

# Исследование алгоритма оптимизации MHL\_StandartBinaryGeneticAlgorithm - Стандартный генератор случайных чисел

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 прочитать 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>  | 15.12.2013 21:47:23.   |
| <b>Дата создания исследования:</b>  | 15.12.2013 21:47:23.   |
| <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>  | 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.

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

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

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

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

## 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                             | 0.057<br>0.0655<br>0.058<br>0.068<br>0.063<br>0.0595<br>0.066<br>0.063<br>0.064<br>0.0595 | 0.06235          | 1.36139e-05 |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0385<br>0.047<br>0.0405<br>0.0405<br>0.047<br>0.044<br>0.047<br>0.037<br>0.04<br>0.049  | 0.04305          | 1.80806e-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                             | 0.071<br>0.069<br>0.067<br>0.065<br>0.0745<br>0.063<br>0.073<br>0.075<br>0.0735<br>0.068     | 0.0699           | 1.72667e-05 |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.039<br>0.035<br>0.0385<br>0.04<br>0.035<br>0.038<br>0.0375<br>0.036<br>0.0395<br>0.0345    | 0.0373           | 4.12222e-06 |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1295<br>0.138<br>0.143<br>0.1305<br>0.131<br>0.1275<br>0.1325<br>0.137<br>0.1315<br>0.1285 | 0.1329           | 2.40444e-05 |
| 6                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0935<br>0.1<br>0.0945<br>0.1035<br>0.099<br>0.1035<br>0.1075<br>0.1035<br>0.095<br>0.097   | 0.0997           | 2.21778e-05 |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.051<br>0.0565<br>0.051<br>0.055<br>0.056<br>0.062<br>0.059<br>0.0575<br>0.049<br>0.065     | 0.0562           | 2.53444e-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 лучшего индивида  | 0.041<br>0.0305<br>0.042<br>0.0395<br>0.035<br>0.038<br>0.0395<br>0.04<br>0.0365<br>0.0335    | 0.03755          | 1.32472e-05 |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                          | 0.058<br>0.0675<br>0.071<br>0.065<br>0.0675<br>0.076<br>0.0635<br>0.0725<br>0.0695<br>0.0675  | 0.0678           | 2.50111e-05 |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.033<br>0.0325<br>0.035<br>0.037<br>0.03<br>0.036<br>0.0365<br>0.033<br>0.0415<br>0.029      | 0.03435          | 1.33917e-05 |
| 11                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                          | 0.1345<br>0.132<br>0.1385<br>0.135<br>0.137<br>0.131<br>0.132<br>0.1305<br>0.1335<br>0.135    | 0.1339           | 6.76667e-06 |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.0985<br>0.0995<br>0.0925<br>0.0965<br>0.099<br>0.095<br>0.0945<br>0.0955<br>0.099<br>0.0975 | 0.09675          | 5.45833e-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                              | 0.0355<br>0.0265<br>0.029<br>0.027<br>0.036<br>0.03<br>0.0305<br>0.032<br>0.0295<br>0.028   | 0.0304           | 1.06e-05    |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.016<br>0.0205<br>0.022<br>0.021<br>0.018<br>0.02<br>0.022<br>0.0185<br>0.021<br>0.023     | 0.0202           | 4.56667e-06 |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0565<br>0.0565<br>0.049<br>0.0565<br>0.061<br>0.0515<br>0.054<br>0.047<br>0.048<br>0.0475 | 0.05275          | 2.34028e-05 |
| 16                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.024<br>0.021<br>0.0235<br>0.026<br>0.027<br>0.0275<br>0.0205<br>0.024<br>0.0255<br>0.025  | 0.0244           | 5.37778e-06 |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1325<br>0.1285<br>0.131<br>0.119<br>0.125<br>0.1315<br>0.117<br>0.1235<br>0.1285<br>0.125 | 0.12615          | 2.75583e-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 | 0.0965<br>0.088<br>0.0855<br>0.0985<br>0.0935<br>0.092<br>0.094<br>0.092<br>0.097<br>0.0935   | 0.09305          | 1.59139e-05 |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0.084<br>0.0705<br>0.081<br>0.0725<br>0.0765<br>0.077<br>0.0755<br>0.0725<br>0.0715<br>0.0805 | 0.07615          | 2.06139e-05 |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.047<br>0.05<br>0.047<br>0.042<br>0.045<br>0.049<br>0.052<br>0.054<br>0.0485<br>0.054        | 0.04885          | 1.47806e-05 |
| 21                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                                    | 0.083<br>0.083<br>0.079<br>0.086<br>0.067<br>0.082<br>0.078<br>0.0785<br>0.084<br>0.0795      | 0.08             | 2.78333e-05 |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида        | 0.0485<br>0.0445<br>0.0405<br>0.042<br>0.041<br>0.0395<br>0.042<br>0.0455<br>0.041<br>0.0475  | 0.0432           | 9.67778e-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                             | 0.1405<br>0.1405<br>0.14<br>0.148<br>0.142<br>0.139<br>0.1415<br>0.134<br>0.135<br>0.1375    | 0.1398           | 1.54e-05    |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1035<br>0.1065<br>0.101<br>0.103<br>0.1035<br>0.1115<br>0.109<br>0.1005<br>0.096<br>0.1065 | 0.1041           | 2.00444e-05 |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.065<br>0.0665<br>0.0655<br>0.0675<br>0.0715<br>0.07<br>0.068<br>0.067<br>0.066<br>0.0615   | 0.06685          | 7.55833e-06 |
| 26                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0415<br>0.042<br>0.0405<br>0.0445<br>0.037<br>0.041<br>0.038<br>0.0455<br>0.049<br>0.0375  | 0.04165          | 1.45583e-05 |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.082<br>0.072<br>0.0855<br>0.0795<br>0.0745<br>0.072<br>0.0695<br>0.0765<br>0.081<br>0.0735 | 0.0766           | 2.69889e-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<br>лучшего индивида | 0.0475<br>0.0415<br>0.0425<br>0.039<br>0.0425<br>0.046<br>0.047<br>0.037<br>0.0485<br>0.043  | 0.04345          | 1.42472e-05 |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.145<br>0.1395<br>0.142<br>0.1335<br>0.1415<br>0.141<br>0.1395<br>0.1365<br>0.1335<br>0.146 | 0.1398           | 1.83444e-05 |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1015<br>0.103<br>0.0995<br>0.106<br>0.1015<br>0.1025<br>0.11<br>0.109<br>0.112<br>0.1015   | 0.10465          | 1.85583e-05 |
| 31                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.037<br>0.043<br>0.04<br>0.038<br>0.04<br>0.0365<br>0.0415<br>0.0355<br>0.039<br>0.033      | 0.03835          | 8.83611e-06 |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0295<br>0.0145<br>0.026<br>0.0215<br>0.028<br>0.0185<br>0.017<br>0.027<br>0.022<br>0.017   | 0.0221           | 2.79889e-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                             | 0.0575<br>0.0585<br>0.063<br>0.061<br>0.0615<br>0.056<br>0.06<br>0.069<br>0.0605<br>0.055     | 0.0602           | 1.58444e-05 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0265<br>0.027<br>0.027<br>0.025<br>0.0315<br>0.0295<br>0.0335<br>0.027<br>0.0285<br>0.024   | 0.02795          | 8.35833e-06 |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1355<br>0.135<br>0.1385<br>0.126<br>0.137<br>0.145<br>0.137<br>0.1315<br>0.1425<br>0.1255   | 0.13535          | 3.98917e-05 |
| 36                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1105<br>0.0935<br>0.0995<br>0.1025<br>0.0985<br>0.1065<br>0.107<br>0.095<br>0.0975<br>0.101 | 0.10115          | 3.01694e-05 |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                            | 0.056<br>0.066<br>0.065<br>0.0735<br>0.0685<br>0.062<br>0.065<br>0.055<br>0.064<br>0.058      | 0.0633           | 3.29556e-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  | 0.0365<br>0.0405<br>0.038<br>0.043<br>0.041<br>0.039<br>0.0395<br>0.042<br>0.0415<br>0.04   | 0.0401           | 3.76667e-06 |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.075<br>0.0705<br>0.0635<br>0.073<br>0.062<br>0.069<br>0.0695<br>0.0705<br>0.066<br>0.0675 | 0.06865          | 1.6225e-05  |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.035<br>0.031<br>0.034<br>0.033<br>0.034<br>0.0325<br>0.038<br>0.0385<br>0.0365<br>0.036   | 0.03485          | 5.83611e-06 |
| 41                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1365<br>0.133<br>0.132<br>0.136<br>0.141<br>0.138<br>0.134<br>0.127<br>0.1275<br>0.1315   | 0.13365          | 1.96139e-05 |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0935<br>0.097<br>0.093<br>0.095<br>0.097<br>0.0945<br>0.097<br>0.1035<br>0.103<br>0.1     | 0.09735          | 1.38361e-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                              | 0.0535<br>0.049<br>0.051<br>0.0535<br>0.046<br>0.049<br>0.045<br>0.0565<br>0.056<br>0.0505    | 0.051            | 1.52222e-05 |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0395<br>0.0425<br>0.0395<br>0.0355<br>0.0375<br>0.035<br>0.0385<br>0.0365<br>0.034<br>0.037 | 0.03755          | 6.41389e-06 |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.061<br>0.058<br>0.0725<br>0.0735<br>0.07<br>0.058<br>0.0645<br>0.069<br>0.068<br>0.0735     | 0.0668           | 3.69556e-05 |
| 46                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.035<br>0.0305<br>0.0345<br>0.026<br>0.0365<br>0.031<br>0.0315<br>0.0355<br>0.026<br>0.03    | 0.03165          | 1.40028e-05 |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.126<br>0.1265<br>0.129<br>0.1315<br>0.137<br>0.1345<br>0.131<br>0.137<br>0.128<br>0.134     | 0.13145          | 1.66361e-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 лучшего индивида | 0.097<br>0.0965<br>0.101<br>0.096<br>0.0995<br>0.099<br>0.1035<br>0.1<br>0.101<br>0.0965     | 0.099            | 6.11111e-06 |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                            | 0.0315<br>0.026<br>0.0275<br>0.029<br>0.0265<br>0.0265<br>0.032<br>0.027<br>0.0335<br>0.025  | 0.02845          | 8.46944e-06 |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида   | 0.0165<br>0.0195<br>0.021<br>0.0145<br>0.022<br>0.0215<br>0.022<br>0.021<br>0.0155<br>0.0115 | 0.0185           | 1.38889e-05 |
| 51                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                           | 0.0475<br>0.042<br>0.0465<br>0.0395<br>0.0445<br>0.0425<br>0.043<br>0.0485<br>0.044<br>0.042 | 0.044            | 7.83333e-06 |
| 52                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида  | 0.0215<br>0.0145<br>0.026<br>0.023<br>0.02<br>0.0185<br>0.019<br>0.023<br>0.019<br>0.019     | 0.02035          | 1.00583e-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   |
|----|--|--|------------------|-------------|
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.125<br>0.1335<br>0.1225<br>0.1305<br>0.1205<br>0.119<br>0.127<br>0.124<br>0.123<br>0.116   | 0.1241           | 2.74333e-05 |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0855<br>0.094<br>0.0885<br>0.0965<br>0.096<br>0.101<br>0.0925<br>0.089<br>0.0915<br>0.1015 | 0.0936           | 2.77667e-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 | 0.057<br>0.0655<br>0.058<br>0.068<br>0.063<br>0.0595<br>0.066<br>0.063<br>0.064<br>0.0595 | 0.06235          | 1.36139e-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  | 0.0385<br>0.047<br>0.0405<br>0.0405<br>0.047<br>0.044<br>0.047<br>0.037<br>0.04<br>0.049     | 0.04305          | 1.80806e-05 |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.071<br>0.069<br>0.067<br>0.065<br>0.0745<br>0.063<br>0.073<br>0.075<br>0.0735<br>0.068     | 0.0699           | 1.72667e-05 |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.039<br>0.035<br>0.0385<br>0.04<br>0.035<br>0.038<br>0.0375<br>0.036<br>0.0395<br>0.0345    | 0.0373           | 4.12222e-06 |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1295<br>0.138<br>0.143<br>0.1305<br>0.131<br>0.1275<br>0.1325<br>0.137<br>0.1315<br>0.1285 | 0.1329           | 2.40444e-05 |
| 6                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0935<br>0.1<br>0.0945<br>0.1035<br>0.099<br>0.1035<br>0.1075<br>0.1035<br>0.095<br>0.097   | 0.0997           | 2.21778e-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                              | 0.051<br>0.0565<br>0.051<br>0.055<br>0.056<br>0.062<br>0.059<br>0.0575<br>0.049<br>0.065     | 0.0562           | 2.53444e-05 |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.041<br>0.0305<br>0.042<br>0.0395<br>0.035<br>0.038<br>0.0395<br>0.04<br>0.0365<br>0.0335   | 0.03755          | 1.32472e-05 |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.058<br>0.0675<br>0.071<br>0.065<br>0.0675<br>0.076<br>0.0635<br>0.0725<br>0.0695<br>0.0675 | 0.0678           | 2.50111e-05 |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.033<br>0.0325<br>0.035<br>0.037<br>0.03<br>0.036<br>0.0365<br>0.033<br>0.0415<br>0.029     | 0.03435          | 1.33917e-05 |
| 11                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1345<br>0.132<br>0.1385<br>0.135<br>0.137<br>0.131<br>0.132<br>0.1305<br>0.1335<br>0.135   | 0.1339           | 6.76667e-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 | 0.0985<br>0.0995<br>0.0925<br>0.0965<br>0.099<br>0.095<br>0.0945<br>0.0955<br>0.099<br>0.0975 | 0.09675          | 5.45833e-06 |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.0355<br>0.0265<br>0.029<br>0.027<br>0.036<br>0.03<br>0.0305<br>0.032<br>0.0295<br>0.028     | 0.0304           | 1.06e-05    |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.016<br>0.0205<br>0.022<br>0.021<br>0.018<br>0.02<br>0.022<br>0.0185<br>0.021<br>0.023       | 0.0202           | 4.56667e-06 |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.0565<br>0.0565<br>0.049<br>0.0565<br>0.061<br>0.0515<br>0.054<br>0.047<br>0.048<br>0.0475   | 0.05275          | 2.34028e-05 |
| 16                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.024<br>0.021<br>0.0235<br>0.026<br>0.027<br>0.0275<br>0.0205<br>0.024<br>0.0255<br>0.025    | 0.0244           | 5.37778e-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   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1325<br>0.1285<br>0.131<br>0.119<br>0.125<br>0.1315<br>0.117<br>0.1235<br>0.1285<br>0.125   | 0.12615          | 2.75583e-05 |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0965<br>0.088<br>0.0855<br>0.0985<br>0.0935<br>0.092<br>0.094<br>0.092<br>0.097<br>0.0935   | 0.09305          | 1.59139e-05 |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0.084<br>0.0705<br>0.081<br>0.0725<br>0.0765<br>0.077<br>0.0755<br>0.0725<br>0.0715<br>0.0805 | 0.07615          | 2.06139e-05 |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.047<br>0.05<br>0.047<br>0.042<br>0.045<br>0.049<br>0.052<br>0.054<br>0.0485<br>0.054        | 0.04885          | 1.47806e-05 |
| 21                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                                    | 0.083<br>0.083<br>0.079<br>0.086<br>0.067<br>0.082<br>0.078<br>0.0785<br>0.084<br>0.0795      | 0.08             | 2.78333e-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   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0485<br>0.0445<br>0.0405<br>0.042<br>0.041<br>0.0395<br>0.042<br>0.0455<br>0.041<br>0.0475 | 0.0432           | 9.67778e-06 |
| 23                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1405<br>0.1405<br>0.14<br>0.148<br>0.142<br>0.139<br>0.1415<br>0.134<br>0.135<br>0.1375    | 0.1398           | 1.54e-05    |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1035<br>0.1065<br>0.101<br>0.103<br>0.1035<br>0.1115<br>0.109<br>0.1005<br>0.096<br>0.1065 | 0.1041           | 2.00444e-05 |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.065<br>0.0665<br>0.0655<br>0.0675<br>0.0715<br>0.07<br>0.068<br>0.067<br>0.066<br>0.0615   | 0.06685          | 7.55833e-06 |
| 26                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0415<br>0.042<br>0.0405<br>0.0445<br>0.037<br>0.041<br>0.038<br>0.0455<br>0.049<br>0.0375  | 0.04165          | 1.45583e-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                             | 0.082<br>0.072<br>0.0855<br>0.0795<br>0.0745<br>0.072<br>0.0695<br>0.0765<br>0.081<br>0.0735 | 0.0766           | 2.69889e-05 |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0475<br>0.0415<br>0.0425<br>0.039<br>0.0425<br>0.046<br>0.047<br>0.037<br>0.0485<br>0.043  | 0.04345          | 1.42472e-05 |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.145<br>0.1395<br>0.142<br>0.1335<br>0.1415<br>0.141<br>0.1395<br>0.1365<br>0.1335<br>0.146 | 0.1398           | 1.83444e-05 |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1015<br>0.103<br>0.0995<br>0.106<br>0.1015<br>0.1025<br>0.11<br>0.109<br>0.112<br>0.1015   | 0.10465          | 1.85583e-05 |
| 31                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.037<br>0.043<br>0.04<br>0.038<br>0.04<br>0.0365<br>0.0415<br>0.0355<br>0.039<br>0.033      | 0.03835          | 8.83611e-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   |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-------------|
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида  | 0.0295<br>0.0145<br>0.026<br>0.0215<br>0.028<br>0.0185<br>0.017<br>0.027<br>0.022<br>0.017    | 0.0221           | 2.79889e-05 |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                          | 0.0575<br>0.0585<br>0.063<br>0.061<br>0.0615<br>0.056<br>0.06<br>0.069<br>0.0605<br>0.055     | 0.0602           | 1.58444e-05 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.0265<br>0.027<br>0.027<br>0.025<br>0.0315<br>0.0295<br>0.0335<br>0.027<br>0.0285<br>0.024   | 0.02795          | 8.35833e-06 |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                          | 0.1355<br>0.135<br>0.1385<br>0.126<br>0.137<br>0.145<br>0.137<br>0.1315<br>0.1425<br>0.1255   | 0.13535          | 3.98917e-05 |
| 36                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.1105<br>0.0935<br>0.0995<br>0.1025<br>0.0985<br>0.1065<br>0.107<br>0.095<br>0.0975<br>0.101 | 0.10115          | 3.01694e-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                              | 0.056<br>0.066<br>0.065<br>0.0735<br>0.0685<br>0.062<br>0.065<br>0.055<br>0.064<br>0.058    | 0.0633           | 3.29556e-05 |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0365<br>0.0405<br>0.038<br>0.043<br>0.041<br>0.039<br>0.0395<br>0.042<br>0.0415<br>0.04   | 0.0401           | 3.76667e-06 |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.075<br>0.0705<br>0.0635<br>0.073<br>0.062<br>0.069<br>0.0695<br>0.0705<br>0.066<br>0.0675 | 0.06865          | 1.6225e-05  |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.035<br>0.031<br>0.034<br>0.033<br>0.034<br>0.0325<br>0.038<br>0.0385<br>0.0365<br>0.036   | 0.03485          | 5.83611e-06 |
| 41                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1365<br>0.133<br>0.132<br>0.136<br>0.141<br>0.138<br>0.134<br>0.127<br>0.1275<br>0.1315   | 0.13365          | 1.96139e-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 | 0.0935<br>0.097<br>0.093<br>0.095<br>0.097<br>0.0945<br>0.097<br>0.1035<br>0.103<br>0.1       | 0.09735          | 1.38361e-05 |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0535<br>0.049<br>0.051<br>0.0535<br>0.046<br>0.049<br>0.045<br>0.0565<br>0.056<br>0.0505    | 0.051            | 1.52222e-05 |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0395<br>0.0425<br>0.0395<br>0.0355<br>0.0375<br>0.035<br>0.0385<br>0.0365<br>0.034<br>0.037 | 0.03755          | 6.41389e-06 |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.061<br>0.058<br>0.0725<br>0.0735<br>0.07<br>0.058<br>0.0645<br>0.069<br>0.068<br>0.0735     | 0.0668           | 3.69556e-05 |
| 46                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.035<br>0.0305<br>0.0345<br>0.026<br>0.0365<br>0.031<br>0.0315<br>0.0355<br>0.026<br>0.03    | 0.03165          | 1.40028e-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                             | 0.126<br>0.1265<br>0.129<br>0.1315<br>0.137<br>0.1345<br>0.131<br>0.137<br>0.128<br>0.134    | 0.13145          | 1.66361e-05 |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.097<br>0.0965<br>0.101<br>0.096<br>0.0995<br>0.099<br>0.1035<br>0.1<br>0.101<br>0.0965     | 0.099            | 6.11111e-06 |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.0315<br>0.026<br>0.0275<br>0.029<br>0.0265<br>0.0265<br>0.032<br>0.027<br>0.0335<br>0.025  | 0.02845          | 8.46944e-06 |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0165<br>0.0195<br>0.021<br>0.0145<br>0.022<br>0.0215<br>0.022<br>0.021<br>0.0155<br>0.0115 | 0.0185           | 1.38889e-05 |
| 51                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.0475<br>0.042<br>0.0465<br>0.0395<br>0.0445<br>0.0425<br>0.043<br>0.0485<br>0.044<br>0.042 | 0.044            | 7.83333e-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   |
|----|--|--|------------------|-------------|
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0215<br>0.0145<br>0.026<br>0.023<br>0.02<br>0.0185<br>0.019<br>0.023<br>0.019<br>0.019     | 0.02035          | 1.00583e-05 |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.125<br>0.1335<br>0.1225<br>0.1305<br>0.1205<br>0.119<br>0.127<br>0.124<br>0.123<br>0.116   | 0.1241           | 2.74333e-05 |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0855<br>0.094<br>0.0885<br>0.0965<br>0.096<br>0.101<br>0.0925<br>0.089<br>0.0915<br>0.1015 | 0.0936           | 2.77667e-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                              | 0.21<br>0.21<br>0.24<br>0.18<br>0.24<br>0.26<br>0.15<br>0.21<br>0.21<br>0.19 | 0.21             | 0.00102222  |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.38<br>0.32<br>0.36<br>0.37<br>0.34<br>0.37<br>0.32<br>0.46<br>0.41<br>0.34 | 0.367            | 0.00184556  |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.11<br>0.12<br>0.15<br>0.18<br>0.08<br>0.18<br>0.11<br>0.09<br>0.11<br>0.18 | 0.131            | 0.00147667  |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.39<br>0.45<br>0.43<br>0.37<br>0.44<br>0.42<br>0.45<br>0.42<br>0.39<br>0.46 | 0.422            | 0.000906667 |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0.01<br>0<br>0<br>0.01<br>0.01<br>0<br>0                      | 0.003            | 2.33333e-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 | 0.04<br>0.02<br>0.05<br>0.03<br>0.01<br>0.01<br>0.04<br>0.03<br>0.05<br>0.02 | 0.03             | 0.000222222 |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.31<br>0.26<br>0.33<br>0.34<br>0.29<br>0.26<br>0.22<br>0.19<br>0.35<br>0.22 | 0.277            | 0.00311222  |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.44<br>0.52<br>0.35<br>0.35<br>0.45<br>0.41<br>0.39<br>0.43<br>0.46<br>0.46 | 0.426            | 0.00278222  |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.18<br>0.18<br>0.13<br>0.19<br>0.14<br>0.1<br>0.14<br>0.18<br>0.16<br>0.14  | 0.154            | 0.000826667 |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.47<br>0.46<br>0.43<br>0.37<br>0.49<br>0.42<br>0.44<br>0.48<br>0.4<br>0.52  | 0.448            | 0.00201778  |
| 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<br>0<br>0<br>0.03<br>0<br>0                              | 0.004            | 9.33333e-05 |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.04<br>0.04<br>0.07<br>0.05<br>0.04<br>0.06<br>0.06<br>0.06<br>0.05<br>0.02 | 0.049            | 0.00021     |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.48<br>0.56<br>0.55<br>0.58<br>0.47<br>0.5<br>0.53<br>0.48<br>0.54<br>0.58  | 0.527            | 0.00175667  |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.7<br>0.65<br>0.65<br>0.62<br>0.68<br>0.66<br>0.62<br>0.69<br>0.64<br>0.62  | 0.653            | 0.000867778 |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.21<br>0.23<br>0.31<br>0.22<br>0.2<br>0.3<br>0.23<br>0.28<br>0.29<br>0.31   | 0.258            | 0.00192889  |
| 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 | 0.59<br>0.64<br>0.61<br>0.55<br>0.56<br>0.5<br>0.66<br>0.57<br>0.55<br>0.58  | 0.581            | 0.00218778  |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.01<br>0.01<br>0<br>0.02<br>0<br>0<br>0.01<br>0<br>0.01<br>0                | 0.006            | 4.88889e-05 |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.02<br>0.05<br>0.05<br>0.05<br>0.03<br>0.08<br>0.06<br>0.06<br>0.02<br>0.05 | 0.047            | 0.000356667 |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0.11<br>0.19<br>0.15<br>0.13<br>0.09<br>0.12<br>0.13<br>0.16<br>0.14<br>0.14 | 0.136            | 0.00076     |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.31<br>0.29<br>0.37<br>0.36<br>0.35<br>0.31<br>0.27<br>0.32<br>0.29<br>0.23 | 0.31             | 0.00184444  |
| 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                             | 0.1<br>0.05<br>0.08<br>0.11<br>0.14<br>0.07<br>0.13<br>0.08<br>0.06<br>0.13  | 0.095            | 0.00100556 |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.29<br>0.32<br>0.37<br>0.38<br>0.37<br>0.34<br>0.37<br>0.32<br>0.32<br>0.25 | 0.333            | 0.00173444 |
| 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<br>0<br>0                                 | 0.001            | 1e-05      |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.01<br>0.04<br>0.03<br>0.03<br>0.04<br>0.02<br>0.02<br>0.04<br>0.08<br>0.03 | 0.034            | 0.00036    |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.24<br>0.16<br>0.19<br>0.2<br>0.12<br>0.17<br>0.22<br>0.18<br>0.18<br>0.22  | 0.188            | 0.00119556 |
| 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  | 0.38<br>0.31<br>0.42<br>0.38<br>0.42<br>0.4<br>0.38<br>0.34<br>0.29<br>0.41  | 0.373            | 0.00206778  |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                          | 0.1<br>0.18<br>0.11<br>0.13<br>0.1<br>0.12<br>0.12<br>0.1<br>0.08<br>0.16    | 0.12             | 0.000911111 |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.27<br>0.37<br>0.34<br>0.41<br>0.31<br>0.28<br>0.33<br>0.43<br>0.29<br>0.35 | 0.338            | 0.00288444  |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                          | 0<br>0<br>0.01<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0.01<br>0                              | 0.002            | 1.77778e-05 |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.02<br>0.04<br>0.05<br>0.03<br>0.02<br>0.04<br>0.02<br>0.02<br>0.02<br>0.04 | 0.03             | 0.000133333 |
| 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                              | 0.43<br>0.4<br>0.38<br>0.43<br>0.43<br>0.47<br>0.43<br>0.47<br>0.37<br>0.49  | 0.43             | 0.00153333  |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.51<br>0.73<br>0.58<br>0.62<br>0.56<br>0.68<br>0.72<br>0.58<br>0.61<br>0.68 | 0.627            | 0.00531222  |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.21<br>0.23<br>0.23<br>0.18<br>0.16<br>0.24<br>0.17<br>0.14<br>0.16<br>0.25 | 0.197            | 0.00155667  |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.55<br>0.52<br>0.55<br>0.54<br>0.54<br>0.5<br>0.41<br>0.51<br>0.51<br>0.58  | 0.521            | 0.00209889  |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.02<br>0.01<br>0<br>0<br>0.01<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                      | 0.004            | 4.88889e-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   | 0.03<br>0.06<br>0.02<br>0.01<br>0.06<br>0.03<br>0.01<br>0.03<br>0.04<br>0.04 | 0.033            | 0.000312222 |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.26<br>0.17<br>0.18<br>0.14<br>0.21<br>0.18<br>0.22<br>0.22<br>0.16<br>0.27 | 0.201            | 0.00181     |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.43<br>0.4<br>0.4<br>0.32<br>0.39<br>0.4<br>0.4<br>0.38<br>0.37<br>0.34     | 0.383            | 0.00104556  |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.08<br>0.16<br>0.19<br>0.12<br>0.15<br>0.15<br>0.15<br>0.14<br>0.18<br>0.18 | 0.15             | 0.00104444  |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.41<br>0.49<br>0.47<br>0.48<br>0.41<br>0.48<br>0.37<br>0.36<br>0.42<br>0.43 | 0.432            | 0.00217333  |
| 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<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0.01<br>0.02<br>0.02                           | 0.005            | 7.22222e-05 |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.06<br>0.02<br>0.06<br>0.06<br>0.02<br>0.05<br>0.02<br>0.01<br>0.04<br>0.04 | 0.038            | 0.000373333 |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.23<br>0.33<br>0.34<br>0.24<br>0.37<br>0.36<br>0.38<br>0.23<br>0.22<br>0.24 | 0.294            | 0.00449333  |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.42<br>0.39<br>0.35<br>0.47<br>0.45<br>0.39<br>0.4<br>0.46<br>0.44<br>0.4   | 0.417            | 0.00142333  |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.18<br>0.2<br>0.12<br>0.11<br>0.15<br>0.2<br>0.2<br>0.13<br>0.15<br>0.09    | 0.153            | 0.00164556  |
| 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 | 0.41<br>0.47<br>0.44<br>0.53<br>0.45<br>0.45<br>0.47<br>0.4<br>0.52<br>0.52  | 0.466            | 0.00207111  |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная 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       |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.03<br>0.05<br>0.05<br>0.02<br>0.04<br>0.03<br>0.03<br>0.02<br>0.05<br>0.01 | 0.033            | 0.000201111 |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.51<br>0.55<br>0.56<br>0.52<br>0.55<br>0.57<br>0.45<br>0.57<br>0.48<br>0.58 | 0.534            | 0.00184889  |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.71<br>0.68<br>0.65<br>0.73<br>0.61<br>0.66<br>0.6<br>0.65<br>0.72<br>0.82  | 0.683            | 0.00422333  |
| 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>0.35<br>0.3<br>0.36<br>0.33<br>0.28<br>0.34<br>0.26<br>0.32<br>0.39  | 0.321            | 0.00167667  |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.58<br>0.71<br>0.53<br>0.6<br>0.65<br>0.67<br>0.66<br>0.59<br>0.67<br>0.68  | 0.634            | 0.00313778  |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.02<br>0.02<br>0<br>0<br>0.01<br>0.02<br>0<br>0.03<br>0<br>0                | 0.01             | 0.000133333 |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.09<br>0.05<br>0.05<br>0.02<br>0.03<br>0.03<br>0.02<br>0.04<br>0.06<br>0.01 | 0.04             | 0.000555556 |

### 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>  | 15.12.2013 21:48:08.   |
| <b>Дата создания исследования:</b>  | 15.12.2013 21:48:08.   |
| <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                              | 0.0643333<br>0.0723333<br>0.076<br>0.071<br>0.067<br>0.0696667<br>0.0706667<br>0.067<br>0.0626667<br>0.075                     | 0.0695667        | 1.88901e-05 |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0503333<br>0.0473333<br>0.05<br>0.0473333<br>0.0493333<br>0.046<br>0.0533333<br>0.0483333<br>0.05<br>0.0463333               | 0.0488333        | 4.94444e-06 |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.082<br>0.0823333<br>0.0813333<br>0.0736667<br>0.082<br>0.0823333<br>0.077<br>0.079<br>0.0803333<br>0.0843333                 | 0.0804333        | 9.75421e-06 |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0473333<br>0.0416667<br>0.0436667<br>0.0416667<br>0.0433333<br>0.0453333<br>0.0436667<br>0.0443333<br>0.0463333<br>0.0476667 | 0.0445           | 4.54932e-06 |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.146<br>0.15<br>0.144667<br>0.142667<br>0.149333<br>0.145<br>0.145667<br>0.145333<br>0.142<br>0.152333                        | 0.1463           | 1.07508e-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 | 0.113<br>0.11<br>0.107667<br>0.103667<br>0.102333<br>0.105333<br>0.108667<br>0.105333<br>0.107<br>0.112333             | 0.107533         | 1.24742e-05 |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.055<br>0.059<br>0.0603333<br>0.055<br>0.061<br>0.055<br>0.059<br>0.0573333<br>0.0513333<br>0.0583333                 | 0.0571333        | 8.9926e-06  |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.044<br>0.041<br>0.0383333<br>0.0393333<br>0.036<br>0.0403333<br>0.0413333<br>0.043<br>0.0446667<br>0.0413333         | 0.0409333        | 6.88401e-06 |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.072<br>0.0706667<br>0.079<br>0.075<br>0.0713333<br>0.0706667<br>0.073<br>0.0713333<br>0.0796667<br>0.0746667         | 0.0737333        | 1.10321e-05 |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0326667<br>0.0373333<br>0.042<br>0.0386667<br>0.0423333<br>0.0446667<br>0.0403333<br>0.0376667<br>0.037<br>0.0346667 | 0.0387333        | 1.34271e-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   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 11                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.152<br>0.153333<br>0.145667<br>0.140333<br>0.146667<br>0.143333<br>0.145333<br>0.142333<br>0.143333<br>0.148667              | 0.1461           | 1.75082e-05 |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0983333<br>0.109667<br>0.105<br>0.107<br>0.100667<br>0.105<br>0.108<br>0.113<br>0.098<br>0.105                               | 0.104967         | 2.34433e-05 |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.0236667<br>0.0206667<br>0.0223333<br>0.026<br>0.0266667<br>0.026<br>0.026<br>0.027<br>0.0273333<br>0.0266667                 | 0.0252333        | 5.01356e-06 |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.012<br>0.0123333<br>0.0163333<br>0.014<br>0.0123333<br>0.0136667<br>0.0146667<br>0.0153333<br>0.017<br>0.0146667             | 0.0142333        | 2.91482e-06 |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.0566667<br>0.0496667<br>0.0513333<br>0.0543333<br>0.0476667<br>0.0503333<br>0.0523333<br>0.0496667<br>0.0503333<br>0.0566667 | 0.0519           | 9.40865e-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   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 16                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0236667<br>0.0233333<br>0.019<br>0.0196667<br>0.0236667<br>0.026<br>0.023<br>0.026<br>0.0206667<br>0.0193333    | 0.0224333        | 6.86543e-06 |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.137667<br>0.131<br>0.137667<br>0.138333<br>0.132<br>0.134667<br>0.138<br>0.133667<br>0.137667<br>0.136          | 0.135667         | 7.2099e-06  |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.102<br>0.102<br>0.099<br>0.103333<br>0.0996667<br>0.0983333<br>0.0983333<br>0.095<br>0.0923333<br>0.104333      | 0.0994333        | 1.39019e-05 |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0.0756667<br>0.0703333<br>0.0726667<br>0.067<br>0.07<br>0.0773333<br>0.0666667<br>0.073<br>0.0686667<br>0.0653333 | 0.0706667        | 1.57037e-05 |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.05<br>0.046<br>0.0476667<br>0.047<br>0.047<br>0.048<br>0.042<br>0.0493333<br>0.046<br>0.047                     | 0.047            | 4.76542e-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                             | 0.085<br>0.0766667<br>0.0826667<br>0.086<br>0.0836667<br>0.0733333<br>0.0876667<br>0.078<br>0.0826667<br>0.0773333 | 0.0813           | 2.19125e-05 |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.045<br>0.044<br>0.0463333<br>0.041<br>0.041<br>0.04<br>0.0483333<br>0.0426667<br>0.0403333<br>0.0446667          | 0.0433333        | 7.82713e-06 |
| 23                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.148667<br>0.156333<br>0.149667<br>0.150667<br>0.145333<br>0.146333<br>0.15<br>0.152<br>0.151667<br>0.146667      | 0.149733         | 1.05383e-05 |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.103333<br>0.108<br>0.111333<br>0.108333<br>0.111<br>0.106667<br>0.107667<br>0.110333<br>0.106667<br>0.110333     | 0.108367         | 6.13413e-06 |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.061<br>0.0633333<br>0.0586667<br>0.0603333<br>0.0603333<br>0.0603333<br>0.064<br>0.063<br>0.0613333<br>0.059     | 0.0611333        | 3.23949e-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   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 26                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида  | 0.0383333<br>0.0453333<br>0.041<br>0.04<br>0.037<br>0.0416667<br>0.0396667<br>0.0336667<br>0.0406667<br>0.0403333      | 0.0397667        | 9.3592e-06  |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                          | 0.0786667<br>0.069<br>0.079<br>0.0743333<br>0.0693333<br>0.0723333<br>0.0716667<br>0.0796667<br>0.0796667<br>0.0766667 | 0.0750333        | 1.80606e-05 |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.041<br>0.0353333<br>0.038<br>0.0443333<br>0.0346667<br>0.043<br>0.0393333<br>0.039<br>0.0406667<br>0.0396667         | 0.0395           | 9.16664e-06 |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                          | 0.145<br>0.144667<br>0.146333<br>0.149333<br>0.143667<br>0.149<br>0.152333<br>0.143<br>0.145333<br>0.147333            | 0.1466           | 8.46327e-06 |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.111667<br>0.109667<br>0.108667<br>0.108<br>0.108667<br>0.108<br>0.112333<br>0.113667<br>0.104333<br>0.104667         | 0.108967         | 9.24601e-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   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 31                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0276667<br>0.025<br>0.0196667<br>0.0223333<br>0.0243333<br>0.0263333<br>0.0243333<br>0.026<br>0.0283333<br>0.0273333 | 0.0251333        | 6.96786e-06 |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0173333<br>0.0146667<br>0.0166667<br>0.015<br>0.0173333<br>0.0186667<br>0.0176667<br>0.015<br>0.0166667<br>0.014     | 0.0163           | 2.3568e-06  |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0446667<br>0.046<br>0.049<br>0.052<br>0.051<br>0.0516667<br>0.0523333<br>0.0523333<br>0.053<br>0.05                  | 0.0502           | 8.07895e-06 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0183333<br>0.02<br>0.0236667<br>0.0193333<br>0.021<br>0.0196667<br>0.02<br>0.0236667<br>0.0213333<br>0.0206667       | 0.0207667        | 3.06302e-06 |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.134333<br>0.142<br>0.144667<br>0.132667<br>0.139333<br>0.134333<br>0.135667<br>0.135<br>0.134333<br>0.138667         | 0.1371           | 1.53106e-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   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 36                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида   | 0.102333<br>0.110667<br>0.103667<br>0.105667<br>0.096<br>0.1<br>0.100333<br>0.102333<br>0.100333<br>0.11           | 0.103133         | 2.09198e-05 |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                           | 0.0653333<br>0.0626667<br>0.0626667<br>0.056<br>0.056<br>0.0636667<br>0.0633333<br>0.063<br>0.0623333<br>0.0623333 | 0.0617333        | 9.89628e-06 |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида  | 0.039<br>0.0423333<br>0.0466667<br>0.046<br>0.032<br>0.0413333<br>0.039<br>0.041<br>0.0373333<br>0.048             | 0.0412667        | 2.33038e-05 |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                          | 0.0663333<br>0.0713333<br>0.066<br>0.072<br>0.0726667<br>0.068<br>0.0666667<br>0.0726667<br>0.0663333<br>0.07      | 0.0692           | 7.95561e-06 |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.0366667<br>0.0353333<br>0.041<br>0.041<br>0.0336667<br>0.034<br>0.0333333<br>0.0346667<br>0.0303333<br>0.0296667 | 0.0349667        | 1.45296e-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                             | 0.137667<br>0.141<br>0.139<br>0.143<br>0.140667<br>0.141333<br>0.143333<br>0.136333<br>0.142<br>0.147                  | 0.141133         | 9.26408e-06 |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.103333<br>0.101333<br>0.104667<br>0.106<br>0.100667<br>0.102667<br>0.101333<br>0.103333<br>0.106<br>0.103            | 0.103233         | 3.50755e-06 |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.05<br>0.0456667<br>0.0506667<br>0.0493333<br>0.0486667<br>0.0506667<br>0.048<br>0.0506667<br>0.053<br>0.0513333      | 0.0498           | 4.07898e-06 |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0376667<br>0.035<br>0.0393333<br>0.029<br>0.035<br>0.0343333<br>0.034<br>0.036<br>0.0363333<br>0.037                 | 0.0353667        | 7.64073e-06 |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0646667<br>0.0653333<br>0.0663333<br>0.0533333<br>0.0606667<br>0.0643333<br>0.057<br>0.0603333<br>0.065<br>0.0633333 | 0.0620333        | 1.7542e-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>0.0276667<br>0.032<br>0.0323333<br>0.0356667<br>0.0343333<br>0.03<br>0.036<br>0.0323333<br>0.032      | 0.0324           | 6.26664e-06 |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.144<br>0.137667<br>0.140667<br>0.138333<br>0.142333<br>0.137333<br>0.139333<br>0.136<br>0.138667<br>0.137333     | 0.139167         | 6.17906e-06 |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.105<br>0.0966667<br>0.0983333<br>0.103667<br>0.102<br>0.1<br>0.102<br>0.100333<br>0.095<br>0.0996667             | 0.100267         | 9.42739e-06 |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.0156667<br>0.0203333<br>0.0183333<br>0.021<br>0.02<br>0.018<br>0.017<br>0.0183333<br>0.0206667<br>0.019          | 0.0188333        | 2.91974e-06 |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0103333<br>0.0126667<br>0.012<br>0.0116667<br>0.009<br>0.0126667<br>0.0116667<br>0.0126667<br>0.014<br>0.0133333 | 0.012            | 2.12347e-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                             | 0.0373333<br>0.0446667<br>0.0456667<br>0.0383333<br>0.0406667<br>0.041<br>0.0383333<br>0.0386667<br>0.0446667<br>0.0413333   | 0.0410667        | 9.10631e-06 |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0153333<br>0.019<br>0.0136667<br>0.0166667<br>0.0113333<br>0.0156667<br>0.0133333<br>0.012<br>0.0163333<br>0.0153333       | 0.0148667        | 5.3383e-06  |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.125667<br>0.124667<br>0.127667<br>0.13<br>0.130333<br>0.129333<br>0.130333<br>0.132<br>0.129<br>0.129                      | 0.1288           | 4.9917e-06  |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0996667<br>0.0956667<br>0.0976667<br>0.100333<br>0.0976667<br>0.0926667<br>0.0966667<br>0.100667<br>0.0923333<br>0.0993333 | 0.0972667        | 8.85928e-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                              | 0.0643333<br>0.0723333<br>0.076<br>0.071<br>0.067<br>0.0696667<br>0.0706667<br>0.067<br>0.0626667<br>0.075                     | 0.0695667        | 1.88901e-05 |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0503333<br>0.0473333<br>0.05<br>0.0473333<br>0.0493333<br>0.046<br>0.0533333<br>0.0483333<br>0.05<br>0.0463333               | 0.0488333        | 4.94444e-06 |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.082<br>0.0823333<br>0.0813333<br>0.0736667<br>0.082<br>0.0823333<br>0.077<br>0.079<br>0.0803333<br>0.0843333                 | 0.0804333        | 9.75421e-06 |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0473333<br>0.0416667<br>0.0436667<br>0.0416667<br>0.0433333<br>0.0453333<br>0.0436667<br>0.0443333<br>0.0463333<br>0.0476667 | 0.0445           | 4.54932e-06 |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.146<br>0.15<br>0.144667<br>0.142667<br>0.149333<br>0.145<br>0.145667<br>0.145333<br>0.142<br>0.152333                        | 0.1463           | 1.07508e-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 | 0.113<br>0.11<br>0.107667<br>0.103667<br>0.102333<br>0.105333<br>0.108667<br>0.105333<br>0.107<br>0.112333             | 0.107533         | 1.24742e-05 |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.055<br>0.059<br>0.0603333<br>0.055<br>0.061<br>0.055<br>0.059<br>0.0573333<br>0.0513333<br>0.0583333                 | 0.0571333        | 8.9926e-06  |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.044<br>0.041<br>0.0383333<br>0.0393333<br>0.036<br>0.0403333<br>0.0413333<br>0.043<br>0.0446667<br>0.0413333         | 0.0409333        | 6.88401e-06 |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.072<br>0.0706667<br>0.079<br>0.075<br>0.0713333<br>0.0706667<br>0.073<br>0.0713333<br>0.0796667<br>0.0746667         | 0.0737333        | 1.10321e-05 |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0326667<br>0.0373333<br>0.042<br>0.0386667<br>0.0423333<br>0.0446667<br>0.0403333<br>0.0376667<br>0.037<br>0.0346667 | 0.0387333        | 1.34271e-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   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 11                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.152<br>0.153333<br>0.145667<br>0.140333<br>0.146667<br>0.143333<br>0.145333<br>0.142333<br>0.143333<br>0.148667              | 0.1461           | 1.75082e-05 |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0983333<br>0.109667<br>0.105<br>0.107<br>0.100667<br>0.105<br>0.108<br>0.113<br>0.098<br>0.105                               | 0.104967         | 2.34433e-05 |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.0236667<br>0.0206667<br>0.0223333<br>0.026<br>0.0266667<br>0.026<br>0.026<br>0.027<br>0.0273333<br>0.0266667                 | 0.0252333        | 5.01356e-06 |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.012<br>0.0123333<br>0.0163333<br>0.014<br>0.0123333<br>0.0136667<br>0.0146667<br>0.0153333<br>0.017<br>0.0146667             | 0.0142333        | 2.91482e-06 |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.0566667<br>0.0496667<br>0.0513333<br>0.0543333<br>0.0476667<br>0.0503333<br>0.0523333<br>0.0496667<br>0.0503333<br>0.0566667 | 0.0519           | 9.40865e-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   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 16                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0236667<br>0.0233333<br>0.019<br>0.0196667<br>0.0236667<br>0.026<br>0.023<br>0.026<br>0.0206667<br>0.0193333    | 0.0224333        | 6.86543e-06 |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.137667<br>0.131<br>0.137667<br>0.138333<br>0.132<br>0.134667<br>0.138<br>0.133667<br>0.137667<br>0.136          | 0.135667         | 7.2099e-06  |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.102<br>0.102<br>0.099<br>0.103333<br>0.0996667<br>0.0983333<br>0.0983333<br>0.095<br>0.0923333<br>0.104333      | 0.0994333        | 1.39019e-05 |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0.0756667<br>0.0703333<br>0.0726667<br>0.067<br>0.07<br>0.0773333<br>0.0666667<br>0.073<br>0.0686667<br>0.0653333 | 0.0706667        | 1.57037e-05 |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.05<br>0.046<br>0.0476667<br>0.047<br>0.047<br>0.048<br>0.042<br>0.0493333<br>0.046<br>0.047                     | 0.047            | 4.76542e-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                             | 0.085<br>0.0766667<br>0.0826667<br>0.086<br>0.0836667<br>0.0733333<br>0.0876667<br>0.078<br>0.0826667<br>0.0773333 | 0.0813           | 2.19125e-05 |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.045<br>0.044<br>0.0463333<br>0.041<br>0.041<br>0.04<br>0.0483333<br>0.0426667<br>0.0403333<br>0.0446667          | 0.0433333        | 7.82713e-06 |
| 23                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.148667<br>0.156333<br>0.149667<br>0.150667<br>0.145333<br>0.146333<br>0.15<br>0.152<br>0.151667<br>0.146667      | 0.149733         | 1.05383e-05 |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.103333<br>0.108<br>0.111333<br>0.108333<br>0.111<br>0.106667<br>0.107667<br>0.110333<br>0.106667<br>0.110333     | 0.108367         | 6.13413e-06 |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.061<br>0.0633333<br>0.0586667<br>0.0603333<br>0.0603333<br>0.0603333<br>0.064<br>0.063<br>0.0613333<br>0.059     | 0.0611333        | 3.23949e-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   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 26                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида  | 0.0383333<br>0.0453333<br>0.041<br>0.04<br>0.037<br>0.0416667<br>0.0396667<br>0.0336667<br>0.0406667<br>0.0403333      | 0.0397667        | 9.3592e-06  |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                          | 0.0786667<br>0.069<br>0.079<br>0.0743333<br>0.0693333<br>0.0723333<br>0.0716667<br>0.0796667<br>0.0796667<br>0.0766667 | 0.0750333        | 1.80606e-05 |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.041<br>0.0353333<br>0.038<br>0.0443333<br>0.0346667<br>0.043<br>0.0393333<br>0.039<br>0.0406667<br>0.0396667         | 0.0395           | 9.16664e-06 |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                          | 0.145<br>0.144667<br>0.146333<br>0.149333<br>0.143667<br>0.149<br>0.152333<br>0.143<br>0.145333<br>0.147333            | 0.1466           | 8.46327e-06 |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.111667<br>0.109667<br>0.108667<br>0.108<br>0.108667<br>0.108<br>0.112333<br>0.113667<br>0.104333<br>0.104667         | 0.108967         | 9.24601e-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   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 31                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0276667<br>0.025<br>0.0196667<br>0.0223333<br>0.0243333<br>0.0263333<br>0.0243333<br>0.026<br>0.0283333<br>0.0273333 | 0.0251333        | 6.96786e-06 |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0173333<br>0.0146667<br>0.0166667<br>0.015<br>0.0173333<br>0.0186667<br>0.0176667<br>0.015<br>0.0166667<br>0.014     | 0.0163           | 2.3568e-06  |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0446667<br>0.046<br>0.049<br>0.052<br>0.051<br>0.0516667<br>0.0523333<br>0.0523333<br>0.053<br>0.05                  | 0.0502           | 8.07895e-06 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0183333<br>0.02<br>0.0236667<br>0.0193333<br>0.021<br>0.0196667<br>0.02<br>0.0236667<br>0.0213333<br>0.0206667       | 0.0207667        | 3.06302e-06 |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.134333<br>0.142<br>0.144667<br>0.132667<br>0.139333<br>0.134333<br>0.135667<br>0.135<br>0.134333<br>0.138667         | 0.1371           | 1.53106e-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   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 36                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида   | 0.102333<br>0.110667<br>0.103667<br>0.105667<br>0.096<br>0.1<br>0.100333<br>0.102333<br>0.100333<br>0.11           | 0.103133         | 2.09198e-05 |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                           | 0.0653333<br>0.0626667<br>0.0626667<br>0.056<br>0.056<br>0.0636667<br>0.0633333<br>0.063<br>0.0623333<br>0.0623333 | 0.0617333        | 9.89628e-06 |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида  | 0.039<br>0.0423333<br>0.0466667<br>0.046<br>0.032<br>0.0413333<br>0.039<br>0.041<br>0.0373333<br>0.048             | 0.0412667        | 2.33038e-05 |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                          | 0.0663333<br>0.0713333<br>0.066<br>0.072<br>0.0726667<br>0.068<br>0.0666667<br>0.0726667<br>0.0663333<br>0.07      | 0.0692           | 7.95561e-06 |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.0366667<br>0.0353333<br>0.041<br>0.041<br>0.0336667<br>0.034<br>0.0333333<br>0.0346667<br>0.0303333<br>0.0296667 | 0.0349667        | 1.45296e-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                             | 0.137667<br>0.141<br>0.139<br>0.143<br>0.140667<br>0.141333<br>0.143333<br>0.136333<br>0.142<br>0.147                  | 0.141133         | 9.26408e-06 |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.103333<br>0.101333<br>0.104667<br>0.106<br>0.100667<br>0.102667<br>0.101333<br>0.103333<br>0.106<br>0.103            | 0.103233         | 3.50755e-06 |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.05<br>0.0456667<br>0.0506667<br>0.0493333<br>0.0486667<br>0.0506667<br>0.048<br>0.0506667<br>0.053<br>0.0513333      | 0.0498           | 4.07898e-06 |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0376667<br>0.035<br>0.0393333<br>0.029<br>0.035<br>0.0343333<br>0.034<br>0.036<br>0.0363333<br>0.037                 | 0.0353667        | 7.64073e-06 |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0646667<br>0.0653333<br>0.0663333<br>0.0533333<br>0.0606667<br>0.0643333<br>0.057<br>0.0603333<br>0.065<br>0.0633333 | 0.0620333        | 1.7542e-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>0.0276667<br>0.032<br>0.0323333<br>0.0356667<br>0.0343333<br>0.03<br>0.036<br>0.0323333<br>0.032      | 0.0324           | 6.26664e-06 |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.144<br>0.137667<br>0.140667<br>0.138333<br>0.142333<br>0.137333<br>0.139333<br>0.136<br>0.138667<br>0.137333     | 0.139167         | 6.17906e-06 |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.105<br>0.0966667<br>0.0983333<br>0.103667<br>0.102<br>0.1<br>0.102<br>0.100333<br>0.095<br>0.0996667             | 0.100267         | 9.42739e-06 |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.0156667<br>0.0203333<br>0.0183333<br>0.021<br>0.02<br>0.018<br>0.017<br>0.0183333<br>0.0206667<br>0.019          | 0.0188333        | 2.91974e-06 |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0103333<br>0.0126667<br>0.012<br>0.0116667<br>0.009<br>0.0126667<br>0.0116667<br>0.0126667<br>0.014<br>0.0133333 | 0.012            | 2.12347e-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                             | 0.0373333<br>0.0446667<br>0.0456667<br>0.0383333<br>0.0406667<br>0.041<br>0.0383333<br>0.0386667<br>0.0446667<br>0.0413333   | 0.0410667        | 9.10631e-06 |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0153333<br>0.019<br>0.0136667<br>0.0166667<br>0.0113333<br>0.0156667<br>0.0133333<br>0.012<br>0.0163333<br>0.0153333       | 0.0148667        | 5.3383e-06  |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.125667<br>0.124667<br>0.127667<br>0.13<br>0.130333<br>0.129333<br>0.130333<br>0.132<br>0.129<br>0.129                      | 0.1288           | 4.9917e-06  |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0996667<br>0.0956667<br>0.0976667<br>0.100333<br>0.0976667<br>0.0926667<br>0.0966667<br>0.100667<br>0.0923333<br>0.0993333 | 0.0972667        | 8.85928e-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                              | 0.09<br>0.05<br>0.08<br>0.08<br>0.11<br>0.07<br>0.07<br>0.09<br>0.1<br>0.06 | 0.08             | 0.000333333 |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.12<br>0.18<br>0.2<br>0.15<br>0.16<br>0.21<br>0.11<br>0.16<br>0.15<br>0.16 | 0.16             | 0.000977778 |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.05<br>0.01<br>0.01<br>0.03<br>0<br>0.01<br>0.05<br>0.04<br>0.03<br>0.01   | 0.024            | 0.000337778 |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.16<br>0.2<br>0.24<br>0.21<br>0.17<br>0.16<br>0.2<br>0.19<br>0.15<br>0.17  | 0.185            | 0.000783333 |
| 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<br>0<br>0.01<br>0<br>0<br>0.01<br>0.02<br>0<br>0<br>0                      | 0.004            | 4.88889e-05 |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.14<br>0.12<br>0.05<br>0.12<br>0.11<br>0.09<br>0.15<br>0.12<br>0.14<br>0.1  | 0.114            | 0.000848889 |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.17<br>0.24<br>0.29<br>0.31<br>0.3<br>0.27<br>0.25<br>0.21<br>0.15<br>0.25  | 0.244            | 0.00287111  |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.05<br>0.06<br>0.03<br>0.02<br>0.05<br>0.06<br>0.09<br>0.06<br>0.04<br>0.03 | 0.049            | 0.00041     |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.33<br>0.21<br>0.23<br>0.22<br>0.17<br>0.13<br>0.23<br>0.24<br>0.28<br>0.29 | 0.233            | 0.00335667  |
| 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 | 0.03<br>0.02<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0.01<br>0<br>0.01<br>0.01                | 0.008            | 0.000106667 |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.5<br>0.53<br>0.45<br>0.41<br>0.45<br>0.45<br>0.45<br>0.4<br>0.44<br>0.43   | 0.451            | 0.00149889  |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.69<br>0.69<br>0.57<br>0.67<br>0.68<br>0.68<br>0.66<br>0.61<br>0.56<br>0.62 | 0.643            | 0.00244556  |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.1<br>0.14<br>0.13<br>0.11<br>0.12<br>0.16<br>0.09<br>0.17<br>0.13<br>0.1   | 0.125            | 0.000694444 |
| 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 | 0.41<br>0.42<br>0.54<br>0.54<br>0.41<br>0.4<br>0.49<br>0.44<br>0.48<br>0.55  | 0.468            | 0.00357333  |
| 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 | 0.02<br>0.02<br>0.02<br>0.01<br>0.01<br>0<br>0<br>0.02<br>0<br>0             | 0.01             | 8.88889e-05 |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0.05<br>0.09<br>0.04<br>0.08<br>0.09<br>0.04<br>0.04<br>0.08<br>0.04<br>0.09 | 0.064            | 0.00056     |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.19<br>0.19<br>0.13<br>0.18<br>0.22<br>0.2<br>0.22<br>0.14<br>0.2<br>0.22   | 0.189            | 0.00101     |
| 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                             | 0.01<br>0.05<br>0.03<br>0.01<br>0.01<br>0.02<br>0.02<br>0.02<br>0.03<br>0.03 | 0.023            | 0.000156667 |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.11<br>0.17<br>0.19<br>0.2<br>0.17<br>0.17<br>0.14<br>0.21<br>0.18<br>0.21  | 0.175            | 0.000983333 |
| 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>0.01<br>0<br>0.02<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                         | 0.003            | 4.55556e-05 |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.11<br>0.09<br>0.11<br>0.07<br>0.11<br>0.1<br>0.11<br>0.05<br>0.08<br>0.11  | 0.094            | 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   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 26                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.3<br>0.16<br>0.25<br>0.25<br>0.25<br>0.19<br>0.22<br>0.34<br>0.21<br>0.27  | 0.244            | 0.00276     |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.01<br>0.06<br>0.06<br>0.04<br>0.1<br>0.05<br>0.04<br>0.03<br>0.02<br>0.02  | 0.043            | 0.00069     |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.21<br>0.27<br>0.27<br>0.22<br>0.27<br>0.15<br>0.22<br>0.24<br>0.23<br>0.22 | 0.23             | 0.00133333  |
| 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>0.02<br>0.01<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                         | 0.003            | 4.55556e-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                              | 0.43<br>0.45<br>0.53<br>0.51<br>0.45<br>0.42<br>0.46<br>0.4<br>0.38<br>0.43  | 0.446            | 0.00211556  |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.59<br>0.59<br>0.56<br>0.64<br>0.56<br>0.55<br>0.52<br>0.61<br>0.56<br>0.65 | 0.583            | 0.00169     |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.17<br>0.16<br>0.16<br>0.09<br>0.14<br>0.1<br>0.13<br>0.12<br>0.17<br>0.11  | 0.135            | 0.000872222 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.58<br>0.46<br>0.45<br>0.48<br>0.47<br>0.49<br>0.49<br>0.42<br>0.46<br>0.48 | 0.478            | 0.00172889  |
| 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 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>0.01<br>0<br>0<br>0<br>0                              | 0.002            | 1.77778e-05 |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.04<br>0.1<br>0.08<br>0.11<br>0.15<br>0.07<br>0.1<br>0.07<br>0.07<br>0.12   | 0.091            | 0.000987778 |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.25<br>0.28<br>0.22<br>0.21<br>0.36<br>0.22<br>0.22<br>0.21<br>0.26<br>0.21 | 0.244            | 0.00224889  |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.06<br>0.02<br>0.04<br>0.07<br>0.05<br>0.07<br>0.07<br>0.04<br>0.06<br>0.03 | 0.051            | 0.000321111 |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.27<br>0.31<br>0.2<br>0.15<br>0.32<br>0.24<br>0.27<br>0.24<br>0.32<br>0.39  | 0.271            | 0.00467667  |
| 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>0.01<br>0<br>0<br>0<br>0.02<br>0.02                           | 0.005            | 7.22222e-05 |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.11<br>0.16<br>0.14<br>0.22<br>0.2<br>0.14<br>0.17<br>0.2<br>0.15<br>0.18   | 0.167            | 0.00113444  |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.27<br>0.29<br>0.22<br>0.4<br>0.26<br>0.33<br>0.29<br>0.25<br>0.31<br>0.27  | 0.289            | 0.00247667  |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.04<br>0.04<br>0.05<br>0.15<br>0.06<br>0.07<br>0.11<br>0.06<br>0.05<br>0.08 | 0.071            | 0.00121     |
| 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 | 0.31<br>0.4<br>0.32<br>0.33<br>0.27<br>0.3<br>0.35<br>0.32<br>0.32<br>0.33   | 0.325            | 0.00113889 |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0.01<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                            | 0.001            | 1e-05      |
| 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>0.01<br>0                            | 0.001            | 1e-05      |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.61<br>0.52<br>0.55<br>0.52<br>0.51<br>0.57<br>0.58<br>0.55<br>0.52<br>0.56 | 0.549            | 0.00103222 |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.73<br>0.7<br>0.68<br>0.67<br>0.73<br>0.67<br>0.73<br>0.68<br>0.65<br>0.63  | 0.687            | 0.00122333 |
| 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                             | 0.25<br>0.2<br>0.16<br>0.19<br>0.19<br>0.22<br>0.21<br>0.17<br>0.19<br>0.21 | 0.199            | 0.000654444 |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.57<br>0.56<br>0.6<br>0.61<br>0.72<br>0.6<br>0.63<br>0.66<br>0.6<br>0.63   | 0.618            | 0.00212889  |
| 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>0.01<br>0.01<br>0.01<br>0<br>0<br>0.01<br>0.01               | 0.005            | 2.77778e-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>  | 15.12.2013 21:49:40.   |
| <b>Дата создания исследования:</b>  | 15.12.2013 21:49:40.   |
| <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                              | 0.08125<br>0.08175<br>0.08575<br>0.07875<br>0.0815<br>0.0775<br>0.07975<br>0.07625<br>0.081<br>0.0755      | 0.0799           | 9.225e-06   |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.05825<br>0.06475<br>0.05725<br>0.05625<br>0.05925<br>0.05525<br>0.06025<br>0.05375<br>0.05275<br>0.05725 | 0.0575           | 1.19028e-05 |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.08275<br>0.0885<br>0.0885<br>0.08825<br>0.0875<br>0.08775<br>0.081<br>0.0885<br>0.08625<br>0.08975       | 0.086875         | 7.90625e-06 |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.054<br>0.0525<br>0.05125<br>0.053<br>0.05<br>0.05425<br>0.04975<br>0.05625<br>0.05525<br>0.05175         | 0.0528           | 4.69167e-06 |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.16175<br>0.15825<br>0.1595<br>0.158<br>0.15975<br>0.15625<br>0.1535<br>0.155<br>0.15725<br>0.1625        | 0.158175         | 8.02847e-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 | 0.10975<br>0.11825<br>0.11375<br>0.11075<br>0.1155<br>0.1145<br>0.11125<br>0.109<br>0.118<br>0.11825 | 0.1139           | 1.28639e-05 |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.06475<br>0.06425<br>0.06525<br>0.062<br>0.06625<br>0.05825<br>0.063<br>0.0665<br>0.0615<br>0.06475 | 0.06365          | 6.35e-06    |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0385<br>0.048<br>0.04975<br>0.04775<br>0.045<br>0.04825<br>0.04525<br>0.045<br>0.04325<br>0.0465   | 0.045725         | 1.02285e-05 |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.07875<br>0.07875<br>0.08375<br>0.08225<br>0.0775<br>0.08<br>0.081<br>0.08025<br>0.08575<br>0.0815  | 0.08095          | 6.20556e-06 |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.047<br>0.046<br>0.045<br>0.047<br>0.04225<br>0.045<br>0.042<br>0.04775<br>0.04375<br>0.045         | 0.045075         | 3.84792e-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                             | 0.1555<br>0.15475<br>0.158<br>0.16<br>0.15775<br>0.1555<br>0.156<br>0.15925<br>0.156<br>0.15725      | 0.157            | 3.02778e-06 |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1095<br>0.11925<br>0.11375<br>0.111<br>0.11325<br>0.112<br>0.1125<br>0.1085<br>0.11025<br>0.1145   | 0.11245          | 9.35833e-06 |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.024<br>0.02725<br>0.02575<br>0.02475<br>0.0285<br>0.02675<br>0.029<br>0.0225<br>0.02225<br>0.02375 | 0.02545          | 5.70556e-06 |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.01375<br>0.01725<br>0.01575<br>0.01625<br>0.016<br>0.017<br>0.01775<br>0.016<br>0.017<br>0.01775   | 0.01645          | 1.42778e-06 |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.04525<br>0.05525<br>0.05325<br>0.0485<br>0.04975<br>0.05325<br>0.05225<br>0.053<br>0.05375<br>0.05 | 0.051425         | 9.04236e-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   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 16                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.02025<br>0.022<br>0.02375<br>0.02075<br>0.026<br>0.024<br>0.02825<br>0.0265<br>0.021<br>0.022          | 0.02345          | 7.44167e-06 |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.145<br>0.13575<br>0.14475<br>0.14525<br>0.1405<br>0.1445<br>0.1375<br>0.14125<br>0.143<br>0.13825      | 0.141575         | 1.2084e-05  |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.10725<br>0.10675<br>0.103<br>0.10775<br>0.10525<br>0.1065<br>0.1035<br>0.1035<br>0.10375<br>0.10325    | 0.10505          | 3.45556e-06 |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0.081<br>0.079<br>0.081<br>0.0765<br>0.0825<br>0.08125<br>0.08225<br>0.0735<br>0.07325<br>0.079          | 0.078925         | 1.1709e-05  |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.0575<br>0.05175<br>0.05325<br>0.04925<br>0.05425<br>0.05725<br>0.05975<br>0.05325<br>0.0585<br>0.06125 | 0.0556           | 1.46556e-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                             | 0.08675<br>0.082<br>0.08075<br>0.08325<br>0.084<br>0.08025<br>0.0795<br>0.08<br>0.084<br>0.08425         | 0.082475         | 5.53403e-06 |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.05<br>0.044<br>0.04925<br>0.05075<br>0.0505<br>0.049<br>0.04675<br>0.04575<br>0.0475<br>0.04975        | 0.048325         | 5.02847e-06 |
| 23                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1505<br>0.1595<br>0.16075<br>0.153<br>0.1585<br>0.15475<br>0.15275<br>0.15825<br>0.1515<br>0.15625     | 0.155575         | 1.28896e-05 |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1145<br>0.1175<br>0.11225<br>0.11275<br>0.11525<br>0.11225<br>0.11475<br>0.11225<br>0.11675<br>0.11275 | 0.1141           | 3.82222e-06 |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.06<br>0.06225<br>0.05775<br>0.06525<br>0.0655<br>0.064<br>0.06625<br>0.065<br>0.06375<br>0.066         | 0.063575         | 7.80625e-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   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 26                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида  | 0.0425<br>0.038<br>0.0395<br>0.0485<br>0.04525<br>0.04825<br>0.0455<br>0.04325<br>0.0385<br>0.0425       | 0.043175         | 1.40979e-05 |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                          | 0.07075<br>0.0735<br>0.07225<br>0.07325<br>0.07775<br>0.071<br>0.0745<br>0.07725<br>0.076<br>0.07725     | 0.07435          | 6.85e-06    |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.04025<br>0.03925<br>0.03775<br>0.04075<br>0.04025<br>0.0415<br>0.04375<br>0.04175<br>0.0425<br>0.04025 | 0.0408           | 2.84444e-06 |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                          | 0.152<br>0.15275<br>0.153<br>0.1545<br>0.15025<br>0.1475<br>0.1525<br>0.15025<br>0.15775<br>0.15575      | 0.152625         | 8.62847e-06 |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.11125<br>0.112<br>0.107<br>0.11225<br>0.1075<br>0.116<br>0.1135<br>0.107<br>0.1125<br>0.11275          | 0.111175         | 9.23681e-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   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 31                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.018<br>0.0205<br>0.0185<br>0.0195<br>0.02275<br>0.02025<br>0.02<br>0.018<br>0.02125<br>0.0235        | 0.020225         | 3.52014e-06 |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.01625<br>0.0145<br>0.01275<br>0.013<br>0.01175<br>0.01425<br>0.013<br>0.01575<br>0.01375<br>0.01275  | 0.013775         | 2.02014e-06 |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.04625<br>0.04375<br>0.04275<br>0.0435<br>0.0465<br>0.04475<br>0.04575<br>0.043<br>0.04675<br>0.04325 | 0.044625         | 2.44792e-06 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.017<br>0.01975<br>0.018<br>0.02025<br>0.02125<br>0.01975<br>0.01825<br>0.02125<br>0.019<br>0.01775   | 0.019225         | 2.15903e-06 |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.13775<br>0.14325<br>0.1425<br>0.13875<br>0.1445<br>0.139<br>0.141<br>0.136<br>0.13425<br>0.142       | 0.1399           | 1.09611e-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   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 36                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.097<br>0.098<br>0.10225<br>0.104<br>0.10125<br>0.095<br>0.103<br>0.1045<br>0.104<br>0.10375            | 0.101275         | 1.15201e-05 |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0685<br>0.069<br>0.066<br>0.06725<br>0.06975<br>0.06875<br>0.067<br>0.06925<br>0.073<br>0.0715         | 0.069            | 4.36111e-06 |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.047<br>0.0485<br>0.048<br>0.04325<br>0.05125<br>0.045<br>0.0535<br>0.0465<br>0.04775<br>0.0505         | 0.048125         | 9.11458e-06 |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.07125<br>0.077<br>0.07675<br>0.07125<br>0.07175<br>0.07375<br>0.07375<br>0.07225<br>0.07375<br>0.07425 | 0.073575         | 4.25069e-06 |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.03775<br>0.04025<br>0.0395<br>0.04275<br>0.0395<br>0.04075<br>0.041<br>0.03575<br>0.03925<br>0.04475   | 0.040125         | 6.19792e-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                             | 0.15125<br>0.1485<br>0.14375<br>0.1535<br>0.14475<br>0.1485<br>0.147<br>0.14075<br>0.15025<br>0.1445   | 0.147275         | 1.50618e-05 |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.10625<br>0.10875<br>0.112<br>0.10725<br>0.10125<br>0.11375<br>0.10925<br>0.1045<br>0.10675<br>0.106  | 0.107575         | 1.29313e-05 |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.05375<br>0.0485<br>0.053<br>0.05775<br>0.05725<br>0.05375<br>0.06075<br>0.0515<br>0.05475<br>0.05425 | 0.054525         | 1.17424e-05 |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0395<br>0.0365<br>0.04025<br>0.0325<br>0.03875<br>0.043<br>0.0415<br>0.03925<br>0.0395<br>0.03975    | 0.03905          | 8.16389e-06 |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.06525<br>0.067<br>0.06875<br>0.062<br>0.06525<br>0.0635<br>0.06575<br>0.06875<br>0.06075<br>0.06075  | 0.064775         | 8.85347e-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 | 0.03575<br>0.0315<br>0.03875<br>0.0365<br>0.03325<br>0.03625<br>0.03325<br>0.0405<br>0.0355<br>0.033 | 0.035425         | 7.72292e-06 |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.14575<br>0.14475<br>0.144<br>0.13975<br>0.1475<br>0.14675<br>0.143<br>0.142<br>0.15<br>0.14775     | 0.145125         | 9.32292e-06 |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1055<br>0.10925<br>0.107<br>0.103<br>0.11075<br>0.106<br>0.10575<br>0.10675<br>0.10525<br>0.10925  | 0.10685          | 5.32222e-06 |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.0175<br>0.01625<br>0.0125<br>0.016<br>0.016<br>0.013<br>0.01175<br>0.01425<br>0.01525<br>0.01525   | 0.014775         | 3.42292e-06 |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.00925<br>0.0125<br>0.01425<br>0.00925<br>0.012<br>0.011<br>0.0125<br>0.01125<br>0.0135<br>0.01425  | 0.011975         | 3.28403e-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                             | 0.03475<br>0.03575<br>0.03425<br>0.03275<br>0.03425<br>0.03475<br>0.03375<br>0.0355<br>0.03425<br>0.0285 | 0.03385          | 4.25278e-06 |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0145<br>0.013<br>0.0175<br>0.01475<br>0.012<br>0.01325<br>0.015<br>0.01325<br>0.013<br>0.015           | 0.014125         | 2.44792e-06 |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.13675<br>0.1295<br>0.1305<br>0.134<br>0.1285<br>0.13125<br>0.13175<br>0.13025<br>0.1295<br>0.12825     | 0.131025         | 6.86736e-06 |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.09625<br>0.09975<br>0.09875<br>0.09425<br>0.10125<br>0.096<br>0.09875<br>0.10175<br>0.1005<br>0.1005   | 0.098775         | 6.27014e-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                              | 0.08125<br>0.08175<br>0.08575<br>0.07875<br>0.0815<br>0.0775<br>0.07975<br>0.07625<br>0.081<br>0.0755      | 0.0799           | 9.225e-06   |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.05825<br>0.06475<br>0.05725<br>0.05625<br>0.05925<br>0.05525<br>0.06025<br>0.05375<br>0.05275<br>0.05725 | 0.0575           | 1.19028e-05 |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.08275<br>0.0885<br>0.0885<br>0.08825<br>0.0875<br>0.08775<br>0.081<br>0.0885<br>0.08625<br>0.08975       | 0.086875         | 7.90625e-06 |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.054<br>0.0525<br>0.05125<br>0.053<br>0.05<br>0.05425<br>0.04975<br>0.05625<br>0.05525<br>0.05175         | 0.0528           | 4.69167e-06 |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.16175<br>0.15825<br>0.1595<br>0.158<br>0.15975<br>0.15625<br>0.1535<br>0.155<br>0.15725<br>0.1625        | 0.158175         | 8.02847e-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 | 0.10975<br>0.11825<br>0.11375<br>0.11075<br>0.1155<br>0.1145<br>0.11125<br>0.109<br>0.118<br>0.11825 | 0.1139           | 1.28639e-05 |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.06475<br>0.06425<br>0.06525<br>0.062<br>0.06625<br>0.05825<br>0.063<br>0.0665<br>0.0615<br>0.06475 | 0.06365          | 6.35e-06    |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0385<br>0.048<br>0.04975<br>0.04775<br>0.045<br>0.04825<br>0.04525<br>0.045<br>0.04325<br>0.0465   | 0.045725         | 1.02285e-05 |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.07875<br>0.07875<br>0.08375<br>0.08225<br>0.0775<br>0.08<br>0.081<br>0.08025<br>0.08575<br>0.0815  | 0.08095          | 6.20556e-06 |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.047<br>0.046<br>0.045<br>0.047<br>0.04225<br>0.045<br>0.042<br>0.04775<br>0.04375<br>0.045         | 0.045075         | 3.84792e-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                             | 0.1555<br>0.15475<br>0.158<br>0.16<br>0.15775<br>0.1555<br>0.156<br>0.15925<br>0.156<br>0.15725      | 0.157            | 3.02778e-06 |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1095<br>0.11925<br>0.11375<br>0.111<br>0.11325<br>0.112<br>0.1125<br>0.1085<br>0.11025<br>0.1145   | 0.11245          | 9.35833e-06 |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.024<br>0.02725<br>0.02575<br>0.02475<br>0.0285<br>0.02675<br>0.029<br>0.0225<br>0.02225<br>0.02375 | 0.02545          | 5.70556e-06 |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.01375<br>0.01725<br>0.01575<br>0.01625<br>0.016<br>0.017<br>0.01775<br>0.016<br>0.017<br>0.01775   | 0.01645          | 1.42778e-06 |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.04525<br>0.05525<br>0.05325<br>0.0485<br>0.04975<br>0.05325<br>0.05225<br>0.053<br>0.05375<br>0.05 | 0.051425         | 9.04236e-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   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 16                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.02025<br>0.022<br>0.02375<br>0.02075<br>0.026<br>0.024<br>0.02825<br>0.0265<br>0.021<br>0.022          | 0.02345          | 7.44167e-06 |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.145<br>0.13575<br>0.14475<br>0.14525<br>0.1405<br>0.1445<br>0.1375<br>0.14125<br>0.143<br>0.13825      | 0.141575         | 1.2084e-05  |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.10725<br>0.10675<br>0.103<br>0.10775<br>0.10525<br>0.1065<br>0.1035<br>0.1035<br>0.10375<br>0.10325    | 0.10505          | 3.45556e-06 |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0.081<br>0.079<br>0.081<br>0.0765<br>0.0825<br>0.08125<br>0.08225<br>0.0735<br>0.07325<br>0.079          | 0.078925         | 1.1709e-05  |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.0575<br>0.05175<br>0.05325<br>0.04925<br>0.05425<br>0.05725<br>0.05975<br>0.05325<br>0.0585<br>0.06125 | 0.0556           | 1.46556e-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                             | 0.08675<br>0.082<br>0.08075<br>0.08325<br>0.084<br>0.08025<br>0.0795<br>0.08<br>0.084<br>0.08425         | 0.082475         | 5.53403e-06 |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.05<br>0.044<br>0.04925<br>0.05075<br>0.0505<br>0.049<br>0.04675<br>0.04575<br>0.0475<br>0.04975        | 0.048325         | 5.02847e-06 |
| 23                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1505<br>0.1595<br>0.16075<br>0.153<br>0.1585<br>0.15475<br>0.15275<br>0.15825<br>0.1515<br>0.15625     | 0.155575         | 1.28896e-05 |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1145<br>0.1175<br>0.11225<br>0.11275<br>0.11525<br>0.11225<br>0.11475<br>0.11225<br>0.11675<br>0.11275 | 0.1141           | 3.82222e-06 |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.06<br>0.06225<br>0.05775<br>0.06525<br>0.0655<br>0.064<br>0.06625<br>0.065<br>0.06375<br>0.066         | 0.063575         | 7.80625e-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   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 26                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0425<br>0.038<br>0.0395<br>0.0485<br>0.04525<br>0.04825<br>0.0455<br>0.04325<br>0.0385<br>0.0425       | 0.043175         | 1.40979e-05 |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.07075<br>0.0735<br>0.07225<br>0.07325<br>0.07775<br>0.071<br>0.0745<br>0.07725<br>0.076<br>0.07725     | 0.07435          | 6.85e-06    |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.04025<br>0.03925<br>0.03775<br>0.04075<br>0.04025<br>0.0415<br>0.04375<br>0.04175<br>0.0425<br>0.04025 | 0.0408           | 2.84444e-06 |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.152<br>0.15275<br>0.153<br>0.1545<br>0.15025<br>0.1475<br>0.1525<br>0.15025<br>0.15775<br>0.15575      | 0.152625         | 8.62847e-06 |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.11125<br>0.112<br>0.107<br>0.11225<br>0.1075<br>0.116<br>0.1135<br>0.107<br>0.1125<br>0.11275          | 0.111175         | 9.23681e-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   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 31                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.018<br>0.0205<br>0.0185<br>0.0195<br>0.02275<br>0.02025<br>0.02<br>0.018<br>0.02125<br>0.0235        | 0.020225         | 3.52014e-06 |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.01625<br>0.0145<br>0.01275<br>0.013<br>0.01175<br>0.01425<br>0.013<br>0.01575<br>0.01375<br>0.01275  | 0.013775         | 2.02014e-06 |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.04625<br>0.04375<br>0.04275<br>0.0435<br>0.0465<br>0.04475<br>0.04575<br>0.043<br>0.04675<br>0.04325 | 0.044625         | 2.44792e-06 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.017<br>0.01975<br>0.018<br>0.02025<br>0.02125<br>0.01975<br>0.01825<br>0.02125<br>0.019<br>0.01775   | 0.019225         | 2.15903e-06 |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.13775<br>0.14325<br>0.1425<br>0.13875<br>0.1445<br>0.139<br>0.141<br>0.136<br>0.13425<br>0.142       | 0.1399           | 1.09611e-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   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 36                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.097<br>0.098<br>0.10225<br>0.104<br>0.10125<br>0.095<br>0.103<br>0.1045<br>0.104<br>0.10375            | 0.101275         | 1.15201e-05 |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0685<br>0.069<br>0.066<br>0.06725<br>0.06975<br>0.06875<br>0.067<br>0.06925<br>0.073<br>0.0715         | 0.069            | 4.36111e-06 |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.047<br>0.0485<br>0.048<br>0.04325<br>0.05125<br>0.045<br>0.0535<br>0.0465<br>0.04775<br>0.0505         | 0.048125         | 9.11458e-06 |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.07125<br>0.077<br>0.07675<br>0.07125<br>0.07175<br>0.07375<br>0.07375<br>0.07225<br>0.07375<br>0.07425 | 0.073575         | 4.25069e-06 |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.03775<br>0.04025<br>0.0395<br>0.04275<br>0.0395<br>0.04075<br>0.041<br>0.03575<br>0.03925<br>0.04475   | 0.040125         | 6.19792e-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                             | 0.15125<br>0.1485<br>0.14375<br>0.1535<br>0.14475<br>0.1485<br>0.147<br>0.14075<br>0.15025<br>0.1445   | 0.147275         | 1.50618e-05 |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.10625<br>0.10875<br>0.112<br>0.10725<br>0.10125<br>0.11375<br>0.10925<br>0.1045<br>0.10675<br>0.106  | 0.107575         | 1.29313e-05 |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.05375<br>0.0485<br>0.053<br>0.05775<br>0.05725<br>0.05375<br>0.06075<br>0.0515<br>0.05475<br>0.05425 | 0.054525         | 1.17424e-05 |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0395<br>0.0365<br>0.04025<br>0.0325<br>0.03875<br>0.043<br>0.0415<br>0.03925<br>0.0395<br>0.03975    | 0.03905          | 8.16389e-06 |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.06525<br>0.067<br>0.06875<br>0.062<br>0.06525<br>0.0635<br>0.06575<br>0.06875<br>0.06075<br>0.06075  | 0.064775         | 8.85347e-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 | 0.03575<br>0.0315<br>0.03875<br>0.0365<br>0.03325<br>0.03625<br>0.03325<br>0.0405<br>0.0355<br>0.033 | 0.035425         | 7.72292e-06 |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.14575<br>0.14475<br>0.144<br>0.13975<br>0.1475<br>0.14675<br>0.143<br>0.142<br>0.15<br>0.14775     | 0.145125         | 9.32292e-06 |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1055<br>0.10925<br>0.107<br>0.103<br>0.11075<br>0.106<br>0.10575<br>0.10675<br>0.10525<br>0.10925  | 0.10685          | 5.32222e-06 |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.0175<br>0.01625<br>0.0125<br>0.016<br>0.016<br>0.013<br>0.01175<br>0.01425<br>0.01525<br>0.01525   | 0.014775         | 3.42292e-06 |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.00925<br>0.0125<br>0.01425<br>0.00925<br>0.012<br>0.011<br>0.0125<br>0.01125<br>0.0135<br>0.01425  | 0.011975         | 3.28403e-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                             | 0.03475<br>0.03575<br>0.03425<br>0.03275<br>0.03425<br>0.03475<br>0.03375<br>0.0355<br>0.03425<br>0.0285 | 0.03385          | 4.25278e-06 |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0145<br>0.013<br>0.0175<br>0.01475<br>0.012<br>0.01325<br>0.015<br>0.01325<br>0.013<br>0.015           | 0.014125         | 2.44792e-06 |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.13675<br>0.1295<br>0.1305<br>0.134<br>0.1285<br>0.13125<br>0.13175<br>0.13025<br>0.1295<br>0.12825     | 0.131025         | 6.86736e-06 |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.09625<br>0.09975<br>0.09875<br>0.09425<br>0.10125<br>0.096<br>0.09875<br>0.10175<br>0.1005<br>0.1005   | 0.098775         | 6.27014e-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                              | 0.01<br>0.01<br>0.01<br>0.01<br>0<br>0.03<br>0<br>0.02<br>0.02<br>0.03       | 0.014            | 0.000115556 |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.05<br>0.04<br>0.06<br>0.05<br>0.04<br>0.04<br>0.03<br>0.07<br>0.08<br>0.04 | 0.05             | 0.000244444 |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.02<br>0<br>0.01<br>0.01<br>0.01<br>0<br>0.02<br>0.01<br>0<br>0             | 0.008            | 6.22222e-05 |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.04<br>0.08<br>0.07<br>0.06<br>0.05<br>0.03<br>0.08<br>0.04<br>0.05<br>0.05 | 0.055            | 0.000294444 |
| 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>0.01<br>0                                 | 0.001            | 1e-05       |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.01<br>0.07<br>0.03<br>0.04<br>0.02<br>0.03<br>0.07<br>0.03<br>0.04<br>0.07 | 0.041            | 0.000476667 |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.18<br>0.1<br>0.06<br>0.12<br>0.13<br>0.07<br>0.13<br>0.09<br>0.12<br>0.08  | 0.108            | 0.00126222  |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.01<br>0<br>0<br>0.01<br>0.01<br>0.03<br>0.01<br>0.01<br>0<br>0.01          | 0.009            | 7.66667e-05 |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1<br>0.08<br>0.11<br>0.06<br>0.1<br>0.1<br>0.1<br>0.11<br>0.13<br>0.12     | 0.101            | 0.000387778 |
| 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<br>0<br>0<br>0<br>0.01<br>0                                 | 0.001            | 1e-05       |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.34<br>0.29<br>0.32<br>0.31<br>0.35<br>0.29<br>0.26<br>0.4<br>0.38<br>0.36  | 0.33             | 0.00193333  |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.55<br>0.52<br>0.47<br>0.53<br>0.5<br>0.47<br>0.49<br>0.52<br>0.44<br>0.41  | 0.49             | 0.00186667  |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.11<br>0.04<br>0.04<br>0.07<br>0.07<br>0.04<br>0.06<br>0.04<br>0.08<br>0.08 | 0.063            | 0.000556667 |
| 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>0.35<br>0.31<br>0.38<br>0.34<br>0.34<br>0.19<br>0.28<br>0.43<br>0.37 | 0.334            | 0.00416     |
| 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                                     | 0.01<br>0<br>0.01<br>0.01<br>0<br>0.03<br>0<br>0<br>0.02<br>0.02             | 0.01             | 0.000111111 |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.05<br>0.08<br>0.04<br>0.07<br>0.06<br>0.08<br>0.01<br>0.07<br>0.09<br>0    | 0.055            | 0.000916667 |
| 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>0.01<br>0.01<br>0<br>0<br>0.02<br>0<br>0.01<br>0<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 | 0.05<br>0.08<br>0.08<br>0.09<br>0.09<br>0.05<br>0.09<br>0.08<br>0.09<br>0.07 | 0.077            | 0.000245556 |
| 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<br>0<br>0                               | 0                | 0           |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.03<br>0.04<br>0.07<br>0.06<br>0.04<br>0.02<br>0.02<br>0.02<br>0.03<br>0.04 | 0.037            | 0.00029     |
| 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 лучшего индивида  | 0.09<br>0.18<br>0.13<br>0.11<br>0.08<br>0.1<br>0.08<br>0.14<br>0.11         | 0.11             | 0.00104444  |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                          | 0.03<br>0.01<br>0.03<br>0.01<br>0<br>0<br>0<br>0.02<br>0.02                 | 0.012            | 0.000151111 |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.13<br>0.1<br>0.13<br>0.12<br>0.09<br>0.12<br>0.04<br>0.08<br>0.09<br>0.12 | 0.102            | 0.000795556 |
| 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<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 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                              | 0.48<br>0.5<br>0.45<br>0.44<br>0.33<br>0.43<br>0.41<br>0.42<br>0.43<br>0.35 | 0.424            | 0.00271556 |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.5<br>0.55<br>0.62<br>0.55<br>0.6<br>0.57<br>0.54<br>0.5<br>0.6<br>0.61    | 0.564            | 0.00189333 |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.1<br>0.11<br>0.12<br>0.1<br>0.02<br>0.09<br>0.08<br>0.16<br>0.09<br>0.09  | 0.096            | 0.00122667 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.5<br>0.38<br>0.45<br>0.43<br>0.36<br>0.39<br>0.45<br>0.38<br>0.42<br>0.41 | 0.417            | 0.00177889 |
| 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 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                           | 0.02<br>0.03<br>0.02<br>0.01<br>0.01<br>0.04<br>0.03<br>0.04<br>0.02<br>0.01 | 0.023            | 0.000134444 |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида  | 0.14<br>0.05<br>0.07<br>0.12<br>0.06<br>0.09<br>0.05<br>0.08<br>0.09<br>0.1  | 0.085            | 0.000872222 |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                          | 0.02<br>0.01<br>0.01<br>0.01<br>0.01<br>0.02<br>0.01<br>0.01<br>0<br>0       | 0.01             | 4.44444e-05 |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.15<br>0.15<br>0.14<br>0.1<br>0.1<br>0.14<br>0.15<br>0.18<br>0.12<br>0.11   | 0.134            | 0.000671111 |
| 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>0.02<br>0<br>0<br>0                                 | 0.002            | 4e-05       |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.06<br>0.06<br>0.06<br>0.06<br>0.06<br>0.09<br>0.02<br>0.05<br>0.02<br>0.06 | 0.054            | 0.000426667 |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.12<br>0.15<br>0.13<br>0.19<br>0.18<br>0.09<br>0.12<br>0.18<br>0.19<br>0.2  | 0.155            | 0.00145     |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.02<br>0.01<br>0.02<br>0.03<br>0<br>0.02<br>0.04<br>0.04<br>0.05<br>0.03    | 0.026            | 0.000226667 |
| 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 | 0.16<br>0.23<br>0.1<br>0.22<br>0.16<br>0.16<br>0.26<br>0.13<br>0.17<br>0.18  | 0.177            | 0.00229    |
| 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                               | 0.47<br>0.5<br>0.59<br>0.48<br>0.52<br>0.58<br>0.61<br>0.54<br>0.53<br>0.52  | 0.534            | 0.00218222 |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.69<br>0.58<br>0.58<br>0.65<br>0.59<br>0.63<br>0.58<br>0.65<br>0.57<br>0.51 | 0.603            | 0.00269    |
| 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>0.13<br>0.18<br>0.17<br>0.18<br>0.22<br>0.14<br>0.19<br>0.21<br>0.2 | 0.177            | 0.00089     |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.53<br>0.54<br>0.46<br>0.49<br>0.57<br>0.6<br>0.5<br>0.56<br>0.5<br>0.5    | 0.525            | 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 | 0.01<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0.01<br>0<br>0                        | 0.002            | 1.77778e-05 |

## 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>  | 15.12.2013 21:52:11.   |
| <b>Дата создания исследования:</b>  | 15.12.2013 21:52:11.   |
| <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                              | 0.0862<br>0.085<br>0.0856<br>0.078<br>0.0836<br>0.0844<br>0.0862<br>0.0876<br>0.0818<br>0.086   | 0.08444          | 7.71378e-06 |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0608<br>0.0622<br>0.0612<br>0.063<br>0.0634<br>0.068<br>0.062<br>0.0624<br>0.0638<br>0.0592   | 0.0626           | 5.41333e-06 |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0932<br>0.0904<br>0.0902<br>0.0902<br>0.091<br>0.0886<br>0.0918<br>0.0864<br>0.0898<br>0.0952 | 0.09068          | 5.78844e-06 |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0568<br>0.0604<br>0.0562<br>0.0634<br>0.0564<br>0.0578<br>0.049<br>0.057<br>0.0572<br>0.0554  | 0.05696          | 1.34204e-05 |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1598<br>0.1678<br>0.1598<br>0.1638<br>0.1682<br>0.1644<br>0.164<br>0.161<br>0.1602<br>0.1636  | 0.16326          | 9.52044e-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 | 0.115<br>0.117<br>0.1224<br>0.1206<br>0.1162<br>0.1136<br>0.1174<br>0.1188<br>0.1202<br>0.1174  | 0.11786          | 7.19156e-06 |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.067<br>0.0702<br>0.0664<br>0.0682<br>0.0658<br>0.069<br>0.0616<br>0.0684<br>0.0658<br>0.0664  | 0.06688          | 5.584e-06   |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.049<br>0.0506<br>0.05<br>0.0466<br>0.0516<br>0.0486<br>0.053<br>0.0546<br>0.0474<br>0.0488    | 0.05002          | 6.19956e-06 |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.087<br>0.0826<br>0.0792<br>0.0808<br>0.0766<br>0.0812<br>0.078<br>0.086<br>0.0784<br>0.0836   | 0.08134          | 1.1956e-05  |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0498<br>0.0472<br>0.0506<br>0.051<br>0.0494<br>0.0538<br>0.0504<br>0.0482<br>0.0468<br>0.0484 | 0.04956          | 4.256e-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                             | 0.1592<br>0.1616<br>0.1578<br>0.1612<br>0.151<br>0.1586<br>0.1594<br>0.1602<br>0.1566<br>0.1594 | 0.1585           | 9.14e-06    |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1162<br>0.1142<br>0.112<br>0.112<br>0.1128<br>0.1158<br>0.1152<br>0.1142<br>0.1156<br>0.1172  | 0.11452          | 3.23733e-06 |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.0242<br>0.0238<br>0.0196<br>0.02<br>0.017<br>0.0198<br>0.0238<br>0.0232<br>0.0222<br>0.0246   | 0.02182          | 6.53733e-06 |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0182<br>0.0132<br>0.0182<br>0.014<br>0.0164<br>0.0166<br>0.0166<br>0.0174<br>0.013<br>0.0172  | 0.01608          | 3.85956e-06 |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.0502<br>0.048<br>0.0484<br>0.0468<br>0.0476<br>0.0496<br>0.0492<br>0.0482<br>0.0516<br>0.0512 | 0.04908          | 2.464e-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   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 16                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0268<br>0.0266<br>0.025<br>0.0196<br>0.0266<br>0.021<br>0.023<br>0.0228<br>0.023<br>0.0214     | 0.02358          | 6.57289e-06 |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1484<br>0.1454<br>0.1496<br>0.1392<br>0.1416<br>0.1432<br>0.1444<br>0.1462<br>0.1458<br>0.1426 | 0.14464          | 9.80267e-06 |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1078<br>0.106<br>0.1056<br>0.1026<br>0.1046<br>0.107<br>0.1104<br>0.1074<br>0.1028<br>0.104    | 0.10582          | 5.90622e-06 |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0.0752<br>0.0824<br>0.0776<br>0.0748<br>0.0816<br>0.0838<br>0.0772<br>0.0768<br>0.0784<br>0.081  | 0.07888          | 9.744e-06   |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.0576<br>0.0564<br>0.058<br>0.0558<br>0.0516<br>0.055<br>0.0576<br>0.0514<br>0.0578<br>0.0596   | 0.05608          | 7.44178e-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                             | 0.0776<br>0.0862<br>0.0848<br>0.0786<br>0.0862<br>0.0824<br>0.0846<br>0.0846<br>0.0822<br>0.0836 | 0.08308          | 8.73956e-06 |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0504<br>0.049<br>0.0494<br>0.05<br>0.0528<br>0.0486<br>0.054<br>0.0502<br>0.0524<br>0.0476     | 0.05044          | 4.10489e-06 |
| 23                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1536<br>0.1594<br>0.1552<br>0.1564<br>0.1522<br>0.1562<br>0.1558<br>0.1586<br>0.1548<br>0.1544 | 0.15566          | 4.69378e-06 |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.113<br>0.1148<br>0.1156<br>0.1196<br>0.1188<br>0.1144<br>0.1144<br>0.1186<br>0.1182<br>0.115   | 0.11624          | 5.39378e-06 |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0618<br>0.0564<br>0.0604<br>0.06<br>0.059<br>0.058<br>0.06<br>0.0638<br>0.0624<br>0.0594       | 0.06012          | 4.64178e-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 лучшего индивида  | 0.0408<br>0.0402<br>0.0434<br>0.0446<br>0.0426<br>0.0446<br>0.0458<br>0.0408<br>0.0418<br>0.0416 | 0.04262          | 3.63956e-06 |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                          | 0.0688<br>0.0724<br>0.0726<br>0.0756<br>0.0744<br>0.0756<br>0.07<br>0.072<br>0.0712<br>0.0774    | 0.073            | 7.36e-06    |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.0394<br>0.0416<br>0.0408<br>0.0426<br>0.0394<br>0.0428<br>0.0434<br>0.0442<br>0.0422<br>0.043  | 0.04194          | 2.65822e-06 |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                          | 0.1562<br>0.1548<br>0.1562<br>0.15<br>0.1568<br>0.1534<br>0.1524<br>0.1546<br>0.1546<br>0.152    | 0.1541           | 4.63333e-06 |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.1178<br>0.11<br>0.115<br>0.1126<br>0.1124<br>0.1128<br>0.1148<br>0.1136<br>0.1104<br>0.1118    | 0.11312          | 5.36178e-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                              | 0.0178<br>0.015<br>0.0144<br>0.0144<br>0.02<br>0.0154<br>0.0152<br>0.0148<br>0.018<br>0.0168     | 0.01618          | 3.56844e-06 |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0136<br>0.0096<br>0.0122<br>0.0106<br>0.0088<br>0.0106<br>0.0084<br>0.011<br>0.014<br>0.0084   | 0.01072          | 4.11733e-06 |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0376<br>0.035<br>0.036<br>0.038<br>0.0402<br>0.041<br>0.036<br>0.0378<br>0.0408<br>0.0368      | 0.03792          | 4.47289e-06 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.017<br>0.0166<br>0.0162<br>0.0154<br>0.0178<br>0.013<br>0.018<br>0.0182<br>0.0184<br>0.0192    | 0.01698          | 3.24844e-06 |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1352<br>0.1358<br>0.1366<br>0.1372<br>0.1334<br>0.1398<br>0.1374<br>0.1354<br>0.1366<br>0.1378 | 0.13652          | 2.98844e-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   | 0.1016<br>0.1002<br>0.1042<br>0.105<br>0.1002<br>0.1032<br>0.101<br>0.1004<br>0.1036<br>0.1012   | 0.10206          | 3.18267e-06 |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.074<br>0.071<br>0.0684<br>0.0728<br>0.071<br>0.0748<br>0.0744<br>0.0724<br>0.0756<br>0.0718    | 0.07262          | 4.724e-06   |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0486<br>0.0528<br>0.0506<br>0.0514<br>0.0492<br>0.0502<br>0.0462<br>0.0484<br>0.0506<br>0.051  | 0.0499           | 3.45111e-06 |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0742<br>0.0706<br>0.0754<br>0.0768<br>0.0732<br>0.0736<br>0.0742<br>0.0724<br>0.0794<br>0.0724 | 0.07422          | 6.22622e-06 |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0402<br>0.0454<br>0.0454<br>0.0432<br>0.0442<br>0.0442<br>0.0468<br>0.042<br>0.0458<br>0.0424  | 0.04396          | 4.07822e-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   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 41                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1454<br>0.1508<br>0.1544<br>0.1512<br>0.1496<br>0.1474<br>0.148<br>0.1458<br>0.1488<br>0.1448 | 0.14862          | 8.95511e-06 |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1064<br>0.113<br>0.1078<br>0.1116<br>0.1104<br>0.1102<br>0.1128<br>0.116<br>0.1098<br>0.1134  | 0.11114          | 8.00044e-06 |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0514<br>0.0526<br>0.0538<br>0.0564<br>0.056<br>0.0524<br>0.0556<br>0.0478<br>0.0528<br>0.0516 | 0.05304          | 6.67378e-06 |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0432<br>0.0394<br>0.043<br>0.0396<br>0.0386<br>0.0374<br>0.0366<br>0.0396<br>0.0436<br>0.0398 | 0.04008          | 5.904e-06   |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.065<br>0.0648<br>0.0616<br>0.0618<br>0.0638<br>0.065<br>0.0626<br>0.0662<br>0.0658<br>0.0596  | 0.06362          | 4.58178e-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 | 0.0354<br>0.0374<br>0.0396<br>0.036<br>0.039<br>0.0346<br>0.0338<br>0.0392<br>0.0364<br>0.038  | 0.03694          | 4.07156e-06 |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.14<br>0.1452<br>0.1454<br>0.1478<br>0.1424<br>0.1416<br>0.144<br>0.1462<br>0.1496<br>0.1496  | 0.14518          | 1.0644e-05  |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.107<br>0.106<br>0.107<br>0.1016<br>0.1106<br>0.109<br>0.1058<br>0.1056<br>0.1052<br>0.1068   | 0.10646          | 5.65378e-06 |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.012<br>0.0126<br>0.0118<br>0.0138<br>0.013<br>0.0148<br>0.012<br>0.0136<br>0.0112<br>0.0134  | 0.01282          | 1.21289e-06 |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0092<br>0.0082<br>0.0074<br>0.0088<br>0.0108<br>0.0112<br>0.01<br>0.0108<br>0.0106<br>0.0118 | 0.00988          | 2.02844e-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   |
|----|--|--|------------------|-------------|
| 51 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0298<br>0.0284<br>0.0292<br>0.0332<br>0.028<br>0.029<br>0.027<br>0.028<br>0.0286<br>0.0304     | 0.02916          | 2.94933e-06 |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0114<br>0.0102<br>0.0098<br>0.0106<br>0.0126<br>0.0106<br>0.0118<br>0.0098<br>0.0132<br>0.0114 | 0.01114          | 1.33378e-06 |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1284<br>0.1272<br>0.1334<br>0.133<br>0.1322<br>0.1268<br>0.1296<br>0.1256<br>0.1328<br>0.1266  | 0.12956          | 9.22489e-06 |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.097<br>0.0982<br>0.0936<br>0.0934<br>0.0956<br>0.0922<br>0.0922<br>0.0944<br>0.093<br>0.0934   | 0.0943           | 4.09111e-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                              | 0.0862<br>0.085<br>0.0856<br>0.078<br>0.0836<br>0.0844<br>0.0862<br>0.0876<br>0.0818<br>0.086   | 0.08444          | 7.71378e-06 |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0608<br>0.0622<br>0.0612<br>0.063<br>0.0634<br>0.068<br>0.062<br>0.0624<br>0.0638<br>0.0592   | 0.0626           | 5.41333e-06 |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0932<br>0.0904<br>0.0902<br>0.0902<br>0.091<br>0.0886<br>0.0918<br>0.0864<br>0.0898<br>0.0952 | 0.09068          | 5.78844e-06 |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0568<br>0.0604<br>0.0562<br>0.0634<br>0.0564<br>0.0578<br>0.049<br>0.057<br>0.0572<br>0.0554  | 0.05696          | 1.34204e-05 |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1598<br>0.1678<br>0.1598<br>0.1638<br>0.1682<br>0.1644<br>0.164<br>0.161<br>0.1602<br>0.1636  | 0.16326          | 9.52044e-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 | 0.115<br>0.117<br>0.1224<br>0.1206<br>0.1162<br>0.1136<br>0.1174<br>0.1188<br>0.1202<br>0.1174  | 0.11786          | 7.19156e-06 |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.067<br>0.0702<br>0.0664<br>0.0682<br>0.0658<br>0.069<br>0.0616<br>0.0684<br>0.0658<br>0.0664  | 0.06688          | 5.584e-06   |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.049<br>0.0506<br>0.05<br>0.0466<br>0.0516<br>0.0486<br>0.053<br>0.0546<br>0.0474<br>0.0488    | 0.05002          | 6.19956e-06 |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.087<br>0.0826<br>0.0792<br>0.0808<br>0.0766<br>0.0812<br>0.078<br>0.086<br>0.0784<br>0.0836   | 0.08134          | 1.1956e-05  |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0498<br>0.0472<br>0.0506<br>0.051<br>0.0494<br>0.0538<br>0.0504<br>0.0482<br>0.0468<br>0.0484 | 0.04956          | 4.256e-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                             | 0.1592<br>0.1616<br>0.1578<br>0.1612<br>0.151<br>0.1586<br>0.1594<br>0.1602<br>0.1566<br>0.1594 | 0.1585           | 9.14e-06    |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1162<br>0.1142<br>0.112<br>0.112<br>0.1128<br>0.1158<br>0.1152<br>0.1142<br>0.1156<br>0.1172  | 0.11452          | 3.23733e-06 |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.0242<br>0.0238<br>0.0196<br>0.02<br>0.017<br>0.0198<br>0.0238<br>0.0232<br>0.0222<br>0.0246   | 0.02182          | 6.53733e-06 |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0182<br>0.0132<br>0.0182<br>0.014<br>0.0164<br>0.0166<br>0.0166<br>0.0174<br>0.013<br>0.0172  | 0.01608          | 3.85956e-06 |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.0502<br>0.048<br>0.0484<br>0.0468<br>0.0476<br>0.0496<br>0.0492<br>0.0482<br>0.0516<br>0.0512 | 0.04908          | 2.464e-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   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 16                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0268<br>0.0266<br>0.025<br>0.0196<br>0.0266<br>0.021<br>0.023<br>0.0228<br>0.023<br>0.0214     | 0.02358          | 6.57289e-06 |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1484<br>0.1454<br>0.1496<br>0.1392<br>0.1416<br>0.1432<br>0.1444<br>0.1462<br>0.1458<br>0.1426 | 0.14464          | 9.80267e-06 |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1078<br>0.106<br>0.1056<br>0.1026<br>0.1046<br>0.107<br>0.1104<br>0.1074<br>0.1028<br>0.104    | 0.10582          | 5.90622e-06 |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0.0752<br>0.0824<br>0.0776<br>0.0748<br>0.0816<br>0.0838<br>0.0772<br>0.0768<br>0.0784<br>0.081  | 0.07888          | 9.744e-06   |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.0576<br>0.0564<br>0.058<br>0.0558<br>0.0516<br>0.055<br>0.0576<br>0.0514<br>0.0578<br>0.0596   | 0.05608          | 7.44178e-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                             | 0.0776<br>0.0862<br>0.0848<br>0.0786<br>0.0862<br>0.0824<br>0.0846<br>0.0846<br>0.0822<br>0.0836 | 0.08308          | 8.73956e-06 |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0504<br>0.049<br>0.0494<br>0.05<br>0.0528<br>0.0486<br>0.054<br>0.0502<br>0.0524<br>0.0476     | 0.05044          | 4.10489e-06 |
| 23                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1536<br>0.1594<br>0.1552<br>0.1564<br>0.1522<br>0.1562<br>0.1558<br>0.1586<br>0.1548<br>0.1544 | 0.15566          | 4.69378e-06 |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.113<br>0.1148<br>0.1156<br>0.1196<br>0.1188<br>0.1144<br>0.1144<br>0.1186<br>0.1182<br>0.115   | 0.11624          | 5.39378e-06 |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0618<br>0.0564<br>0.0604<br>0.06<br>0.059<br>0.058<br>0.06<br>0.0638<br>0.0624<br>0.0594       | 0.06012          | 4.64178e-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  | 0.0408<br>0.0402<br>0.0434<br>0.0446<br>0.0426<br>0.0446<br>0.0458<br>0.0408<br>0.0418<br>0.0416 | 0.04262          | 3.63956e-06 |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0688<br>0.0724<br>0.0726<br>0.0756<br>0.0744<br>0.0756<br>0.07<br>0.072<br>0.0712<br>0.0774    | 0.073            | 7.36e-06    |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0394<br>0.0416<br>0.0408<br>0.0426<br>0.0394<br>0.0428<br>0.0434<br>0.0442<br>0.0422<br>0.043  | 0.04194          | 2.65822e-06 |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1562<br>0.1548<br>0.1562<br>0.15<br>0.1568<br>0.1534<br>0.1524<br>0.1546<br>0.1546<br>0.152    | 0.1541           | 4.63333e-06 |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1178<br>0.11<br>0.115<br>0.1126<br>0.1124<br>0.1128<br>0.1148<br>0.1136<br>0.1104<br>0.1118    | 0.11312          | 5.36178e-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                              | 0.0178<br>0.015<br>0.0144<br>0.0144<br>0.02<br>0.0154<br>0.0152<br>0.0148<br>0.018<br>0.0168     | 0.01618          | 3.56844e-06 |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0136<br>0.0096<br>0.0122<br>0.0106<br>0.0088<br>0.0106<br>0.0084<br>0.011<br>0.014<br>0.0084   | 0.01072          | 4.11733e-06 |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0376<br>0.035<br>0.036<br>0.038<br>0.0402<br>0.041<br>0.036<br>0.0378<br>0.0408<br>0.0368      | 0.03792          | 4.47289e-06 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.017<br>0.0166<br>0.0162<br>0.0154<br>0.0178<br>0.013<br>0.018<br>0.0182<br>0.0184<br>0.0192    | 0.01698          | 3.24844e-06 |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1352<br>0.1358<br>0.1366<br>0.1372<br>0.1334<br>0.1398<br>0.1374<br>0.1354<br>0.1366<br>0.1378 | 0.13652          | 2.98844e-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   | 0.1016<br>0.1002<br>0.1042<br>0.105<br>0.1002<br>0.1032<br>0.101<br>0.1004<br>0.1036<br>0.1012   | 0.10206          | 3.18267e-06 |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.074<br>0.071<br>0.0684<br>0.0728<br>0.071<br>0.0748<br>0.0744<br>0.0724<br>0.0756<br>0.0718    | 0.07262          | 4.724e-06   |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0486<br>0.0528<br>0.0506<br>0.0514<br>0.0492<br>0.0502<br>0.0462<br>0.0484<br>0.0506<br>0.051  | 0.0499           | 3.45111e-06 |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0742<br>0.0706<br>0.0754<br>0.0768<br>0.0732<br>0.0736<br>0.0742<br>0.0724<br>0.0794<br>0.0724 | 0.07422          | 6.22622e-06 |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0402<br>0.0454<br>0.0454<br>0.0432<br>0.0442<br>0.0442<br>0.0468<br>0.042<br>0.0458<br>0.0424  | 0.04396          | 4.07822e-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   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 41                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1454<br>0.1508<br>0.1544<br>0.1512<br>0.1496<br>0.1474<br>0.148<br>0.1458<br>0.1488<br>0.1448 | 0.14862          | 8.95511e-06 |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1064<br>0.113<br>0.1078<br>0.1116<br>0.1104<br>0.1102<br>0.1128<br>0.116<br>0.1098<br>0.1134  | 0.11114          | 8.00044e-06 |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0514<br>0.0526<br>0.0538<br>0.0564<br>0.056<br>0.0524<br>0.0556<br>0.0478<br>0.0528<br>0.0516 | 0.05304          | 6.67378e-06 |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0432<br>0.0394<br>0.043<br>0.0396<br>0.0386<br>0.0374<br>0.0366<br>0.0396<br>0.0436<br>0.0398 | 0.04008          | 5.904e-06   |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.065<br>0.0648<br>0.0616<br>0.0618<br>0.0638<br>0.065<br>0.0626<br>0.0662<br>0.0658<br>0.0596  | 0.06362          | 4.58178e-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 | 0.0354<br>0.0374<br>0.0396<br>0.036<br>0.039<br>0.0346<br>0.0338<br>0.0392<br>0.0364<br>0.038  | 0.03694          | 4.07156e-06 |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.14<br>0.1452<br>0.1454<br>0.1478<br>0.1424<br>0.1416<br>0.144<br>0.1462<br>0.1496<br>0.1496  | 0.14518          | 1.0644e-05  |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.107<br>0.106<br>0.107<br>0.1016<br>0.1106<br>0.109<br>0.1058<br>0.1056<br>0.1052<br>0.1068   | 0.10646          | 5.65378e-06 |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.012<br>0.0126<br>0.0118<br>0.0138<br>0.013<br>0.0148<br>0.012<br>0.0136<br>0.0112<br>0.0134  | 0.01282          | 1.21289e-06 |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0092<br>0.0082<br>0.0074<br>0.0088<br>0.0108<br>0.0112<br>0.01<br>0.0108<br>0.0106<br>0.0118 | 0.00988          | 2.02844e-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   |
|----|--|--|------------------|-------------|
| 51 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0298<br>0.0284<br>0.0292<br>0.0332<br>0.028<br>0.029<br>0.027<br>0.028<br>0.0286<br>0.0304     | 0.02916          | 2.94933e-06 |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0114<br>0.0102<br>0.0098<br>0.0106<br>0.0126<br>0.0106<br>0.0118<br>0.0098<br>0.0132<br>0.0114 | 0.01114          | 1.33378e-06 |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1284<br>0.1272<br>0.1334<br>0.133<br>0.1322<br>0.1268<br>0.1296<br>0.1256<br>0.1328<br>0.1266  | 0.12956          | 9.22489e-06 |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.097<br>0.0982<br>0.0936<br>0.0934<br>0.0956<br>0.0922<br>0.0922<br>0.0944<br>0.093<br>0.0934   | 0.0943           | 4.09111e-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<br>0.01<br>0.01<br>0.01<br>0<br>0.01<br>0<br>0<br>0                   | 0.004            | 2.66667e-05 |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.02<br>0.02<br>0.04<br>0.01<br>0.01<br>0.02<br>0.01<br>0.04<br>0.01<br>0.02 | 0.02             | 0.000133333 |
| 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>0.01<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 | 0.03<br>0.01<br>0.03<br>0.01<br>0.02<br>0.03<br>0.03<br>0.01<br>0.02<br>0.01 | 0.02             | 8.88889e-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 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>0.02<br>0.02<br>0.01<br>0<br>0<br>0.04<br>0.02<br>0.02<br>0.01       | 0.015            | 0.000138889 |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.04<br>0.01<br>0.04<br>0.04<br>0<br>0.04<br>0.02<br>0.03<br>0.05<br>0.07    | 0.034            | 0.000404444 |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0.01<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0.01<br>0                              | 0.002            | 1.77778e-05 |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.06<br>0.02<br>0.04<br>0.01<br>0.05<br>0.08<br>0.01<br>0.02<br>0.06<br>0.06 | 0.041            | 0.00061     |
| 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                               | 0.24<br>0.28<br>0.36<br>0.38<br>0.35<br>0.35<br>0.27<br>0.3<br>0.32<br>0.27  | 0.312            | 0.00219556  |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.33<br>0.54<br>0.38<br>0.46<br>0.47<br>0.45<br>0.41<br>0.42<br>0.51<br>0.41 | 0.438            | 0.00379556  |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.02<br>0.03<br>0.02<br>0.05<br>0.03<br>0.03<br>0.05<br>0.01<br>0.06<br>0.04 | 0.034            | 0.000248889 |
| 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 | 0.25<br>0.22<br>0.26<br>0.31<br>0.21<br>0.28<br>0.28<br>0.29<br>0.26<br>0.27 | 0.263            | 0.000934444 |
| 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>0.01<br>0.01<br>0<br>0                         | 0.002            | 1.77778e-05 |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.03<br>0.05<br>0.02<br>0.02<br>0.06<br>0.03<br>0.03<br>0.02<br>0.04<br>0.01 | 0.031            | 0.000232222 |
| 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                             | 0.01<br>0.01<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0.01<br>0.01                          | 0.004            | 2.66667e-05 |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0.05<br>0.04<br>0.02<br>0.03<br>0.03<br>0.03<br>0.03<br>0.01<br>0.02 | 0.026            | 0.000204444 |
| 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>0.05<br>0.02<br>0.01<br>0.01<br>0.02<br>0.02<br>0<br>0.02<br>0.01    | 0.016            | 0.000204444 |
| 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  | 0.08<br>0.09<br>0.05<br>0.05<br>0.07<br>0.05<br>0.07<br>0.09<br>0.07<br>0.1 | 0.072            | 0.000328889 |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.01<br>0<br>0.01<br>0<br>0<br>0<br>0.01<br>0<br>0<br>0                     | 0.003            | 2.33333e-05 |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.06<br>0.02<br>0.04<br>0.06<br>0.1<br>0.06<br>0.06<br>0.04<br>0.06<br>0.07 | 0.057            | 0.000445556 |
| 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                              | 0.4<br>0.4<br>0.51<br>0.51<br>0.35<br>0.47<br>0.42<br>0.48<br>0.37<br>0.36   | 0.427            | 0.00373444 |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.47<br>0.59<br>0.48<br>0.62<br>0.69<br>0.57<br>0.66<br>0.55<br>0.46<br>0.66 | 0.575            | 0.00709444 |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.04<br>0.1<br>0.06<br>0.08<br>0.07<br>0.09<br>0.14<br>0.11<br>0.02<br>0.1   | 0.081            | 0.00123222 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.41<br>0.41<br>0.41<br>0.4<br>0.34<br>0.48<br>0.34<br>0.42<br>0.34<br>0.35  | 0.39             | 0.00215556 |
| 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                           | 0.01<br>0<br>0.03<br>0<br>0<br>0.01<br>0.02<br>0.01<br>0                     | 0.008            | 0.000106667 |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида  | 0.01<br>0.04<br>0.03<br>0.03<br>0.04<br>0.05<br>0.08<br>0.03<br>0.05<br>0.03 | 0.039            | 0.000343333 |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                          | 0<br>0<br>0<br>0<br>0.01<br>0.01<br>0<br>0.01<br>0<br>0                      | 0.003            | 2.33333e-05 |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.1<br>0.03<br>0.01<br>0.06<br>0<br>0.04<br>0.04<br>0.11<br>0.02<br>0.05     | 0.046            | 0.00129333  |
| 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                              | 0.04<br>0.03<br>0.03<br>0.04<br>0.02<br>0.05<br>0<br>0.07<br>0.04<br>0.05    | 0.037            | 0.000356667 |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.07<br>0.11<br>0.08<br>0.07<br>0.11<br>0.07<br>0.11<br>0.11<br>0.07<br>0.09 | 0.089            | 0.000365556 |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.01<br>0.01<br>0<br>0.01<br>0<br>0.01<br>0<br>0.01<br>0<br>0.02             | 0.007            | 4.55556e-05 |
| 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 | 0.07<br>0.14<br>0.06<br>0.06<br>0.06<br>0.08<br>0.1<br>0.08<br>0.09<br>0.06  | 0.08             | 0.000644444 |
| 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                               | 0.55<br>0.48<br>0.53<br>0.49<br>0.51<br>0.44<br>0.54<br>0.51<br>0.56<br>0.53 | 0.514            | 0.00131556  |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.64<br>0.65<br>0.7<br>0.64<br>0.52<br>0.57<br>0.57<br>0.61<br>0.59<br>0.56  | 0.605            | 0.00282778  |
| 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                             | 0.12<br>0.12<br>0.14<br>0.12<br>0.15<br>0.19<br>0.21<br>0.14<br>0.15<br>0.17 | 0.151            | 0.000943333 |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.51<br>0.57<br>0.6<br>0.58<br>0.51<br>0.54<br>0.51<br>0.57<br>0.49<br>0.54  | 0.542            | 0.00135111  |
| 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           |



## 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>  | 15.12.2013 21:56:00.   |
| <b>Дата создания исследования:</b>  | 15.12.2013 21:56:00.   |
| <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                              | 0.0863333<br>0.0901667<br>0.0861667<br>0.0901667<br>0.0875<br>0.0883333<br>0.0821667<br>0.0898333<br>0.0866667<br>0.0905 | 0.0877833        | 6.75953e-06 |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0691667<br>0.0676667<br>0.0685<br>0.0655<br>0.0671667<br>0.066<br>0.0651667<br>0.0646667<br>0.0703333<br>0.0711667     | 0.0675334        | 5.01109e-06 |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0936667<br>0.0956667<br>0.0925<br>0.0996667<br>0.095<br>0.0928333<br>0.0948333<br>0.0938333<br>0.0888333<br>0.0961667  | 0.0943           | 7.86925e-06 |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0595<br>0.0556667<br>0.0575<br>0.0575<br>0.0593333<br>0.0621667<br>0.0623333<br>0.0575<br>0.0635<br>0.0591667          | 0.0594167        | 6.43361e-06 |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.165333<br>0.165333<br>0.164667<br>0.165333<br>0.167667<br>0.167667<br>0.164<br>0.165167<br>0.165<br>0.167333           | 0.16575          | 1.7239e-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 | 0.121167<br>0.128667<br>0.1245<br>0.121667<br>0.121833<br>0.123333<br>0.121167<br>0.125<br>0.120667<br>0.117667          | 0.122567         | 8.92683e-06 |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0735<br>0.0695<br>0.0646667<br>0.0718333<br>0.0703333<br>0.0685<br>0.0726667<br>0.0681667<br>0.0723333<br>0.0701667    | 0.0701667        | 6.92586e-06 |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0511667<br>0.0495<br>0.0535<br>0.057<br>0.0518333<br>0.0516667<br>0.0528333<br>0.049<br>0.0533333<br>0.0506667         | 0.05205          | 5.28423e-06 |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0848333<br>0.0815<br>0.0875<br>0.0835<br>0.0841667<br>0.0843333<br>0.0771667<br>0.0791667<br>0.0815<br>0.0806667       | 0.0824333        | 9.16163e-06 |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0491667<br>0.0521667<br>0.0486667<br>0.0518333<br>0.0495<br>0.0501667<br>0.0483333<br>0.0506667<br>0.0548333<br>0.0525 | 0.0507833        | 4.16693e-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                             | 0.157833<br>0.159167<br>0.162<br>0.164833<br>0.162333<br>0.154<br>0.159333<br>0.156167<br>0.162333<br>0.161833          | 0.159983         | 1.0903e-05  |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1135<br>0.118167<br>0.1165<br>0.113167<br>0.116167<br>0.1165<br>0.119167<br>0.118333<br>0.115333<br>0.1145            | 0.116133         | 4.16549e-06 |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.0185<br>0.0205<br>0.0201667<br>0.0221667<br>0.0216667<br>0.0201667<br>0.0216667<br>0.0211667<br>0.0218333<br>0.0205   | 0.0208334        | 1.20371e-06 |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0128333<br>0.0148333<br>0.0173333<br>0.014<br>0.0136667<br>0.0135<br>0.0143333<br>0.0128333<br>0.0131667<br>0.0141667 | 0.0140667        | 1.74195e-06 |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.0455<br>0.0488333<br>0.0441667<br>0.0461667<br>0.0428333<br>0.0451667<br>0.0485<br>0.0475<br>0.044<br>0.0448333       | 0.04575          | 3.95833e-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 | 0.0205<br>0.0223333<br>0.0183333<br>0.0241667<br>0.0216667<br>0.0236667<br>0.023<br>0.02<br>0.0223333<br>0.0205     | 0.02165          | 3.2806e-06  |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.148333<br>0.1425<br>0.140667<br>0.1455<br>0.1465<br>0.142833<br>0.144333<br>0.1475<br>0.143333<br>0.146833        | 0.144833         | 6.20946e-06 |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.107833<br>0.103<br>0.104167<br>0.104333<br>0.106333<br>0.105667<br>0.1025<br>0.105<br>0.105167<br>0.104167        | 0.104817         | 2.44691e-06 |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0.0786667<br>0.077<br>0.0778333<br>0.0728333<br>0.0775<br>0.0791667<br>0.0788333<br>0.0778333<br>0.078<br>0.0771667 | 0.0774833        | 3.16948e-06 |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.0571667<br>0.0568333<br>0.0585<br>0.0601667<br>0.059<br>0.0565<br>0.0523333<br>0.0571667<br>0.0571667<br>0.061    | 0.0575833        | 5.66826e-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                             | 0.0801667<br>0.0818333<br>0.0808333<br>0.0811667<br>0.075<br>0.0798333<br>0.0801667<br>0.0773333<br>0.0818333<br>0.0788333 | 0.0797           | 4.6037e-06  |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0516667<br>0.0485<br>0.0516667<br>0.0516667<br>0.0511667<br>0.0481667<br>0.0496667<br>0.048<br>0.0488333<br>0.0513333    | 0.0500667        | 2.50126e-06 |
| 23                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.159167<br>0.153333<br>0.1545<br>0.1585<br>0.161833<br>0.16<br>0.1535<br>0.159833<br>0.155<br>0.1565                      | 0.157217         | 9.2286e-06  |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.118333<br>0.116667<br>0.111833<br>0.115<br>0.117<br>0.112667<br>0.116167<br>0.1185<br>0.116833<br>0.118167               | 0.116117         | 5.32134e-06 |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0531667<br>0.0558333<br>0.0566667<br>0.058<br>0.0583333<br>0.0581667<br>0.0605<br>0.0523333<br>0.058<br>0.0546667        | 0.0565667        | 6.54444e-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<br>лучшего индивида  | 0.0446667<br>0.0438333<br>0.0418333<br>0.0443333<br>0.0436667<br>0.0431667<br>0.0426667<br>0.0375<br>0.0413333<br>0.0426667 | 0.0425667        | 4.27286e-06 |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.067<br>0.068<br>0.0708333<br>0.0661667<br>0.0693333<br>0.068<br>0.0693333<br>0.0685<br>0.0663333<br>0.0713333             | 0.0684833        | 3.08297e-06 |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0393333<br>0.0378333<br>0.045<br>0.0435<br>0.0413333<br>0.0421667<br>0.0421667<br>0.0425<br>0.0428333<br>0.0413333        | 0.0418           | 4.13462e-06 |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.152167<br>0.155333<br>0.152333<br>0.150833<br>0.149167<br>0.155667<br>0.1525<br>0.15<br>0.150333<br>0.155167              | 0.15235          | 5.54623e-06 |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.111333<br>0.112667<br>0.1105<br>0.115333<br>0.111667<br>0.112<br>0.1125<br>0.112833<br>0.108167<br>0.115                  | 0.1122           | 4.28837e-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                              | 0.0113333<br>0.0111667<br>0.0103333<br>0.0128333<br>0.015<br>0.0123333<br>0.0126667<br>0.0111667<br>0.011<br>0.012              | 0.0119833        | 1.76204e-06 |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.009<br>0.00716667<br>0.00916667<br>0.0108333<br>0.009<br>0.00766667<br>0.00883333<br>0.0108333<br>0.00816667<br>0.00866667    | 0.00893333       | 1.40861e-06 |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.032<br>0.0315<br>0.0331667<br>0.0281667<br>0.0321667<br>0.0323333<br>0.0316667<br>0.0291667<br>0.0305<br>0.0315               | 0.0312167        | 2.32745e-06 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.00933333<br>0.0123333<br>0.0146667<br>0.0106667<br>0.0121667<br>0.0101667<br>0.0136667<br>0.0111667<br>0.0143333<br>0.0138333 | 0.0122333        | 3.47034e-06 |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.133333<br>0.1305<br>0.131333<br>0.134167<br>0.132333<br>0.133333<br>0.131833<br>0.1305<br>0.131667<br>0.135167                | 0.132417         | 2.4154e-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<br>лучшего индивида   | 0.0968333<br>0.099<br>0.0995<br>0.094<br>0.0995<br>0.0983333<br>0.0978333<br>0.0955<br>0.101<br>0.0995                     | 0.0981           | 4.4889e-06  |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0708333<br>0.0703333<br>0.0725<br>0.0735<br>0.0691667<br>0.0708333<br>0.0735<br>0.0701667<br>0.072<br>0.0708333          | 0.0713667        | 2.10987e-06 |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0553333<br>0.0511667<br>0.0523333<br>0.0548333<br>0.0531667<br>0.0536667<br>0.0563333<br>0.0511667<br>0.0573333<br>0.055 | 0.0540333        | 4.40608e-06 |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0713333<br>0.0703333<br>0.0726667<br>0.0731667<br>0.0725<br>0.0785<br>0.0716667<br>0.0718333<br>0.0733333<br>0.072       | 0.0727333        | 4.89632e-06 |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0421667<br>0.0461667<br>0.0475<br>0.0403333<br>0.0415<br>0.0438333<br>0.0438333<br>0.0461667<br>0.0455<br>0.0455         | 0.04425          | 5.40283e-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                             | 0.155833<br>0.1495<br>0.152<br>0.149833<br>0.15<br>0.152333<br>0.146<br>0.149667<br>0.149<br>0.153333                | 0.15075          | 7.37122e-06 |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.110333<br>0.114167<br>0.113333<br>0.111833<br>0.112833<br>0.111333<br>0.111333<br>0.109667<br>0.110833<br>0.115667 | 0.112133         | 3.4375e-06  |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.054<br>0.0533333<br>0.0535<br>0.051<br>0.0485<br>0.059<br>0.0538333<br>0.0536667<br>0.0511667<br>0.0511667         | 0.0529167        | 7.71139e-06 |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0385<br>0.0405<br>0.0388333<br>0.0381667<br>0.041<br>0.0378333<br>0.0423333<br>0.0388333<br>0.041<br>0.0371667     | 0.0394167        | 2.81633e-06 |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0581667<br>0.0603333<br>0.058<br>0.0636667<br>0.0645<br>0.0625<br>0.0586667<br>0.0648333<br>0.062<br>0.0633333     | 0.0616           | 6.89624e-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 | 0.0326667<br>0.036<br>0.0356667<br>0.0321667<br>0.0346667<br>0.0355<br>0.0313333<br>0.038<br>0.0368333<br>0.0385             | 0.0351333        | 5.90615e-06 |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.145667<br>0.142833<br>0.147<br>0.145667<br>0.146833<br>0.145833<br>0.148833<br>0.1445<br>0.148167<br>0.146667              | 0.1462           | 2.9989e-06  |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.110167<br>0.108667<br>0.1045<br>0.107<br>0.111667<br>0.107<br>0.107667<br>0.1075<br>0.1085<br>0.104                        | 0.107667         | 5.37093e-06 |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.00983333<br>0.00616667<br>0.009<br>0.0113333<br>0.00966667<br>0.0116667<br>0.009<br>0.00766667<br>0.00833333<br>0.00916667 | 0.00918333       | 2.62623e-06 |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.00783333<br>0.0085<br>0.0095<br>0.008<br>0.00683333<br>0.00816667<br>0.00966667<br>0.00683333<br>0.00816667<br>0.0075      | 0.0081           | 9.14818e-07 |
| 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                             | 0.024<br>0.026<br>0.0231667<br>0.0243333<br>0.0286667<br>0.0226667<br>0.023<br>0.0221667<br>0.0265<br>0.0231667         | 0.0243667        | 4.25801e-06 |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.009<br>0.0086667<br>0.0086667<br>0.0083333<br>0.0098333<br>0.0093333<br>0.0088333<br>0.0081667<br>0.0095<br>0.011     | 0.00913333       | 6.96295e-07 |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.122167<br>0.123333<br>0.1255<br>0.124167<br>0.126<br>0.122833<br>0.128833<br>0.124<br>0.1265<br>0.123667              | 0.1247           | 4.02926e-06 |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0906667<br>0.0923333<br>0.0963333<br>0.093<br>0.0931667<br>0.0936667<br>0.0931667<br>0.0895<br>0.0903333<br>0.0928333 | 0.0925           | 3.82098e-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                              | 0.0863333<br>0.0901667<br>0.0861667<br>0.0901667<br>0.0875<br>0.0883333<br>0.0821667<br>0.0898333<br>0.0866667<br>0.0905 | 0.0877833        | 6.75953e-06 |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0691667<br>0.0676667<br>0.0685<br>0.0655<br>0.0671667<br>0.066<br>0.0651667<br>0.0646667<br>0.0703333<br>0.0711667     | 0.0675334        | 5.01109e-06 |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0936667<br>0.0956667<br>0.0925<br>0.0996667<br>0.095<br>0.0928333<br>0.0948333<br>0.0938333<br>0.0888333<br>0.0961667  | 0.0943           | 7.86925e-06 |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0595<br>0.0556667<br>0.0575<br>0.0575<br>0.0593333<br>0.0621667<br>0.0623333<br>0.0575<br>0.0635<br>0.0591667          | 0.0594167        | 6.43361e-06 |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.165333<br>0.165333<br>0.164667<br>0.165333<br>0.167667<br>0.167667<br>0.164<br>0.165167<br>0.165<br>0.167333           | 0.16575          | 1.7239e-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 | 0.121167<br>0.128667<br>0.1245<br>0.121667<br>0.121833<br>0.123333<br>0.121167<br>0.125<br>0.120667<br>0.117667          | 0.122567         | 8.92683e-06 |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0735<br>0.0695<br>0.0646667<br>0.0718333<br>0.0703333<br>0.0685<br>0.0726667<br>0.0681667<br>0.0723333<br>0.0701667    | 0.0701667        | 6.92586e-06 |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0511667<br>0.0495<br>0.0535<br>0.057<br>0.0518333<br>0.0516667<br>0.0528333<br>0.049<br>0.0533333<br>0.0506667         | 0.05205          | 5.28423e-06 |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0848333<br>0.0815<br>0.0875<br>0.0835<br>0.0841667<br>0.0843333<br>0.0771667<br>0.0791667<br>0.0815<br>0.0806667       | 0.0824333        | 9.16163e-06 |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0491667<br>0.0521667<br>0.0486667<br>0.0518333<br>0.0495<br>0.0501667<br>0.0483333<br>0.0506667<br>0.0548333<br>0.0525 | 0.0507833        | 4.16693e-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                             | 0.157833<br>0.159167<br>0.162<br>0.164833<br>0.162333<br>0.154<br>0.159333<br>0.156167<br>0.162333<br>0.161833          | 0.159983         | 1.0903e-05  |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1135<br>0.118167<br>0.1165<br>0.113167<br>0.116167<br>0.1165<br>0.119167<br>0.118333<br>0.115333<br>0.1145            | 0.116133         | 4.16549e-06 |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.0185<br>0.0205<br>0.0201667<br>0.0221667<br>0.0216667<br>0.0201667<br>0.0216667<br>0.0211667<br>0.0218333<br>0.0205   | 0.0208334        | 1.20371e-06 |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0128333<br>0.0148333<br>0.0173333<br>0.014<br>0.0136667<br>0.0135<br>0.0143333<br>0.0128333<br>0.0131667<br>0.0141667 | 0.0140667        | 1.74195e-06 |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.0455<br>0.0488333<br>0.0441667<br>0.0461667<br>0.0428333<br>0.0451667<br>0.0485<br>0.0475<br>0.044<br>0.0448333       | 0.04575          | 3.95833e-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 | 0.0205<br>0.0223333<br>0.0183333<br>0.0241667<br>0.0216667<br>0.0236667<br>0.023<br>0.02<br>0.0223333<br>0.0205     | 0.02165          | 3.2806e-06  |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.148333<br>0.1425<br>0.140667<br>0.1455<br>0.1465<br>0.142833<br>0.144333<br>0.1475<br>0.143333<br>0.146833        | 0.144833         | 6.20946e-06 |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.107833<br>0.103<br>0.104167<br>0.104333<br>0.106333<br>0.105667<br>0.1025<br>0.105<br>0.105167<br>0.104167        | 0.104817         | 2.44691e-06 |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0.0786667<br>0.077<br>0.0778333<br>0.0728333<br>0.0775<br>0.0791667<br>0.0788333<br>0.0778333<br>0.078<br>0.0771667 | 0.0774833        | 3.16948e-06 |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.0571667<br>0.0568333<br>0.0585<br>0.0601667<br>0.059<br>0.0565<br>0.0523333<br>0.0571667<br>0.0571667<br>0.061    | 0.0575833        | 5.66826e-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                             | 0.0801667<br>0.0818333<br>0.0808333<br>0.0811667<br>0.075<br>0.0798333<br>0.0801667<br>0.0773333<br>0.0818333<br>0.0788333 | 0.0797           | 4.6037e-06  |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0516667<br>0.0485<br>0.0516667<br>0.0516667<br>0.0511667<br>0.0481667<br>0.0496667<br>0.048<br>0.0488333<br>0.0513333    | 0.0500667        | 2.50126e-06 |
| 23                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.159167<br>0.153333<br>0.1545<br>0.1585<br>0.161833<br>0.16<br>0.1535<br>0.159833<br>0.155<br>0.1565                      | 0.157217         | 9.2286e-06  |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.118333<br>0.116667<br>0.111833<br>0.115<br>0.117<br>0.112667<br>0.116167<br>0.1185<br>0.116833<br>0.118167               | 0.116117         | 5.32134e-06 |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0531667<br>0.0558333<br>0.0566667<br>0.058<br>0.0583333<br>0.0581667<br>0.0605<br>0.0523333<br>0.058<br>0.0546667        | 0.0565667        | 6.54444e-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  | 0.0446667<br>0.0438333<br>0.0418333<br>0.0443333<br>0.0436667<br>0.0431667<br>0.0426667<br>0.0375<br>0.0413333<br>0.0426667 | 0.0425667        | 4.27286e-06 |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                          | 0.067<br>0.068<br>0.0708333<br>0.0661667<br>0.0693333<br>0.068<br>0.0693333<br>0.0685<br>0.0663333<br>0.0713333             | 0.0684833        | 3.08297e-06 |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.0393333<br>0.0378333<br>0.045<br>0.0435<br>0.0413333<br>0.0421667<br>0.0421667<br>0.0425<br>0.0428333<br>0.0413333        | 0.0418           | 4.13462e-06 |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                          | 0.152167<br>0.155333<br>0.152333<br>0.150833<br>0.149167<br>0.155667<br>0.1525<br>0.15<br>0.150333<br>0.155167              | 0.15235          | 5.54623e-06 |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.111333<br>0.112667<br>0.1105<br>0.115333<br>0.111667<br>0.112<br>0.1125<br>0.112833<br>0.108167<br>0.115                  | 0.1122           | 4.28837e-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                              | 0.0113333<br>0.0111667<br>0.0103333<br>0.0128333<br>0.015<br>0.0123333<br>0.0126667<br>0.0111667<br>0.011<br>0.012              | 0.0119833        | 1.76204e-06 |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.009<br>0.00716667<br>0.00916667<br>0.0108333<br>0.009<br>0.00766667<br>0.00883333<br>0.0108333<br>0.00816667<br>0.00866667    | 0.00893333       | 1.40861e-06 |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.032<br>0.0315<br>0.0331667<br>0.0281667<br>0.0321667<br>0.0323333<br>0.0316667<br>0.0291667<br>0.0305<br>0.0315               | 0.0312167        | 2.32745e-06 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.00933333<br>0.0123333<br>0.0146667<br>0.0106667<br>0.0121667<br>0.0101667<br>0.0136667<br>0.0111667<br>0.0143333<br>0.0138333 | 0.0122333        | 3.47034e-06 |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.133333<br>0.1305<br>0.131333<br>0.134167<br>0.132333<br>0.133333<br>0.131833<br>0.1305<br>0.131667<br>0.135167                | 0.132417         | 2.4154e-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   | 0.0968333<br>0.099<br>0.0995<br>0.094<br>0.0995<br>0.0983333<br>0.0978333<br>0.0955<br>0.101<br>0.0995                     | 0.0981           | 4.4889e-06  |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0708333<br>0.0703333<br>0.0725<br>0.0735<br>0.0691667<br>0.0708333<br>0.0735<br>0.0701667<br>0.072<br>0.0708333          | 0.0713667        | 2.10987e-06 |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0553333<br>0.0511667<br>0.0523333<br>0.0548333<br>0.0531667<br>0.0536667<br>0.0563333<br>0.0511667<br>0.0573333<br>0.055 | 0.0540333        | 4.40608e-06 |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0713333<br>0.0703333<br>0.0726667<br>0.0731667<br>0.0725<br>0.0785<br>0.0716667<br>0.0718333<br>0.0733333<br>0.072       | 0.0727333        | 4.89632e-06 |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0421667<br>0.0461667<br>0.0475<br>0.0403333<br>0.0415<br>0.0438333<br>0.0438333<br>0.0461667<br>0.0455<br>0.0455         | 0.04425          | 5.40283e-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                             | 0.155833<br>0.1495<br>0.152<br>0.149833<br>0.15<br>0.152333<br>0.146<br>0.149667<br>0.149<br>0.153333                | 0.15075          | 7.37122e-06 |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.110333<br>0.114167<br>0.113333<br>0.111833<br>0.112833<br>0.111333<br>0.111333<br>0.109667<br>0.110833<br>0.115667 | 0.112133         | 3.4375e-06  |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.054<br>0.0533333<br>0.0535<br>0.051<br>0.0485<br>0.059<br>0.0538333<br>0.0536667<br>0.0511667<br>0.0511667         | 0.0529167        | 7.71139e-06 |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0385<br>0.0405<br>0.0388333<br>0.0381667<br>0.041<br>0.0378333<br>0.0423333<br>0.0388333<br>0.041<br>0.0371667     | 0.0394167        | 2.81633e-06 |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0581667<br>0.0603333<br>0.058<br>0.0636667<br>0.0645<br>0.0625<br>0.0586667<br>0.0648333<br>0.062<br>0.0633333     | 0.0616           | 6.89624e-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 | 0.0326667<br>0.036<br>0.0356667<br>0.0321667<br>0.0346667<br>0.0355<br>0.0313333<br>0.038<br>0.0368333<br>0.0385             | 0.0351333        | 5.90615e-06 |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.145667<br>0.142833<br>0.147<br>0.145667<br>0.146833<br>0.145833<br>0.148833<br>0.1445<br>0.148167<br>0.146667              | 0.1462           | 2.9989e-06  |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.110167<br>0.108667<br>0.1045<br>0.107<br>0.111667<br>0.107<br>0.107667<br>0.1075<br>0.1085<br>0.104                        | 0.107667         | 5.37093e-06 |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.00983333<br>0.00616667<br>0.009<br>0.0113333<br>0.00966667<br>0.0116667<br>0.009<br>0.00766667<br>0.00833333<br>0.00916667 | 0.00918333       | 2.62623e-06 |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.00783333<br>0.0085<br>0.0095<br>0.008<br>0.00683333<br>0.00816667<br>0.00966667<br>0.00683333<br>0.00816667<br>0.0075      | 0.0081           | 9.14818e-07 |
| 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                             | 0.024<br>0.026<br>0.0231667<br>0.0243333<br>0.0286667<br>0.0226667<br>0.023<br>0.0221667<br>0.0265<br>0.0231667         | 0.0243667        | 4.25801e-06 |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.009<br>0.0086667<br>0.0086667<br>0.0083333<br>0.0098333<br>0.0093333<br>0.0088333<br>0.0081667<br>0.0095<br>0.011     | 0.00913333       | 6.96295e-07 |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.122167<br>0.123333<br>0.1255<br>0.124167<br>0.126<br>0.122833<br>0.128833<br>0.124<br>0.1265<br>0.123667              | 0.1247           | 4.02926e-06 |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0906667<br>0.0923333<br>0.0963333<br>0.093<br>0.0931667<br>0.0936667<br>0.0931667<br>0.0895<br>0.0903333<br>0.0928333 | 0.0925           | 3.82098e-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  | 0.01<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0.01<br>0<br>0.01<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                           | 0                | 0           |
| 4                                    | Пропорциональная 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>0.02<br>0.01<br>0<br>0.02<br>0.01<br>0.03 | 0.011            | 9.88889e-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 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<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  | 0.04<br>0.04<br>0.03<br>0.01<br>0.01<br>0.03<br>0<br>0<br>0.01<br>0       | 0.017            | 0.000267778 |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя 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       |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.04<br>0.01<br>0.03<br>0.02<br>0.01<br>0.02<br>0.01<br>0<br>0.01<br>0.03 | 0.018            | 0.000151111 |
| 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<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                               | 0.34<br>0.24<br>0.29<br>0.22<br>0.27<br>0.29<br>0.25<br>0.26<br>0.22<br>0.28 | 0.266            | 0.00133778  |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.42<br>0.39<br>0.37<br>0.41<br>0.44<br>0.43<br>0.39<br>0.47<br>0.41<br>0.39 | 0.412            | 0.000862222 |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.03<br>0<br>0.02<br>0.03<br>0.04<br>0.02<br>0<br>0.01<br>0.02<br>0.03       | 0.02             | 0.000177778 |
| 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 | 0.25<br>0.19<br>0.34<br>0.16<br>0.2<br>0.2<br>0.18<br>0.28<br>0.24<br>0.24 | 0.228            | 0.00288444  |
| 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>0.02<br>0.02<br>0.01<br>0<br>0<br>0.01              | 0.007            | 6.77778e-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>0.01<br>0<br>0.02<br>0.02<br>0.02<br>0.03<br>0<br>0.01<br>0    | 0.011            | 0.000121111 |
| 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                              | 0.03<br>0<br>0.01<br>0.01<br>0.02<br>0<br>0<br>0.01<br>0.01<br>0.03 | 0.012            | 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   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 26                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.02<br>0.07<br>0.04<br>0.03<br>0.01<br>0.04<br>0.02<br>0.07<br>0.04<br>0.01 | 0.035            | 0.000472222 |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0.01<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>0.07<br>0.02<br>0.02<br>0.02<br>0.05<br>0.02<br>0.03<br>0.02<br>0.04 | 0.031            | 0.000298889 |
| 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 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                              | 0.52<br>0.55<br>0.51<br>0.44<br>0.4<br>0.45<br>0.48<br>0.51<br>0.51<br>0.48 | 0.485            | 0.00198333  |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.55<br>0.64<br>0.56<br>0.47<br>0.57<br>0.6<br>0.59<br>0.49<br>0.63<br>0.56 | 0.566            | 0.00296     |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.08<br>0.04<br>0.06<br>0.11<br>0.06<br>0.06<br>0.07<br>0.11<br>0.1<br>0.08 | 0.077            | 0.000556667 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.55<br>0.45<br>0.4<br>0.5<br>0.41<br>0.5<br>0.39<br>0.51<br>0.4<br>0.39    | 0.45             | 0.0036      |
| 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>0.01<br>0.01<br>0<br>0<br>0<br>0.01                        | 0.003            | 2.33333e-05 |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0<br>0.02<br>0<br>0<br>0.01<br>0.02<br>0.01<br>0.02<br>0<br>0.02          | 0.01             | 8.88889e-05 |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0.01<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<br>лучшего индивида | 0.05<br>0.04<br>0<br>0.02<br>0.04<br>0.01<br>0.02<br>0.05<br>0.02<br>0.01 | 0.026            | 0.000315556 |
| 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>0.01<br>0.02<br>0.06<br>0.01<br>0<br>0.01<br>0<br>0.04<br>0.02          | 0.017            | 0.000378889 |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.06<br>0.06<br>0.09<br>0.09<br>0.05<br>0.07<br>0.05<br>0.05<br>0.06<br>0.04 | 0.062            | 0.000284444 |
| 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                                 | 0.001            | 1e-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 | 0.04<br>0.06<br>0.07<br>0.08<br>0.1<br>0.03<br>0.09<br>0.06<br>0.05<br>0.06  | 0.064            | 0.000471111 |
| 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                               | 0.55<br>0.7<br>0.62<br>0.5<br>0.55<br>0.47<br>0.58<br>0.61<br>0.57<br>0.59   | 0.574            | 0.00411556  |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.65<br>0.58<br>0.55<br>0.59<br>0.68<br>0.62<br>0.54<br>0.64<br>0.61<br>0.63 | 0.609            | 0.00196556  |
| 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                             | 0.17<br>0.15<br>0.23<br>0.16<br>0.16<br>0.19<br>0.15<br>0.18<br>0.18<br>0.14 | 0.171            | 0.000676667 |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.56<br>0.59<br>0.59<br>0.59<br>0.52<br>0.57<br>0.58<br>0.6<br>0.54<br>0.49  | 0.563            | 0.00129     |
| 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>  | 15.12.2013 22:01:20.   |
| <b>Дата создания исследования:</b>  | 15.12.2013 22:01:20.   |
| <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                              | 0.0901429<br>0.09<br>0.0904286<br>0.09<br>0.092<br>0.0915714<br>0.0924286<br>0.0915714<br>0.0904286<br>0.0904286          | 0.0909           | 8.12003e-07 |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0697143<br>0.0742857<br>0.07<br>0.0692857<br>0.0697143<br>0.0704286<br>0.0727143<br>0.0705714<br>0.0735714<br>0.0665714 | 0.0706857        | 5.19184e-06 |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0917143<br>0.0947143<br>0.0918571<br>0.0918571<br>0.0967143<br>0.0915714<br>0.0898571<br>0.09<br>0.0925714<br>0.0898571 | 0.0920714        | 4.81753e-06 |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0637143<br>0.063<br>0.0602857<br>0.0627143<br>0.0637143<br>0.0611429<br>0.0618571<br>0.0657143<br>0.0612857<br>0.06     | 0.0623429        | 3.13472e-06 |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.166143<br>0.166143<br>0.164143<br>0.163143<br>0.166<br>0.169429<br>0.161857<br>0.165714<br>0.167857<br>0.168714         | 0.165914         | 5.71076e-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 | 0.122286<br>0.125143<br>0.123571<br>0.123429<br>0.123571<br>0.121286<br>0.126<br>0.118571<br>0.12<br>0.124857              | 0.122871         | 5.53059e-06 |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0692857<br>0.0678571<br>0.0648571<br>0.0721429<br>0.0662857<br>0.0712857<br>0.0685714<br>0.0664286<br>0.0647143<br>0.068 | 0.0679428        | 6.22317e-06 |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.054<br>0.0538571<br>0.0505714<br>0.0528571<br>0.0542857<br>0.0544286<br>0.0547143<br>0.0557143<br>0.0504286<br>0.0508571 | 0.0531714        | 3.61818e-06 |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0772857<br>0.0802857<br>0.076<br>0.0845714<br>0.0808571<br>0.0818571<br>0.0812857<br>0.0782857<br>0.085<br>0.0818571     | 0.0807285        | 8.47367e-06 |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.05<br>0.0492857<br>0.0557143<br>0.0527143<br>0.0494286<br>0.0511429<br>0.0498571<br>0.0512857<br>0.0517143<br>0.052      | 0.0513143        | 3.72248e-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                             | 0.163143<br>0.160571<br>0.160429<br>0.163143<br>0.158857<br>0.164143<br>0.161571<br>0.163857<br>0.159<br>0.163429          | 0.161814         | 3.99151e-06 |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.118143<br>0.117857<br>0.118286<br>0.119286<br>0.115714<br>0.117286<br>0.116286<br>0.116<br>0.120429<br>0.121571          | 0.118086         | 3.66982e-06 |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.0201429<br>0.0192857<br>0.015<br>0.0172857<br>0.018<br>0.0198571<br>0.0157143<br>0.015<br>0.0154286<br>0.0157143         | 0.0171429        | 4.21313e-06 |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0145714<br>0.0105714<br>0.0111429<br>0.0118571<br>0.0114286<br>0.0117143<br>0.0111429<br>0.011<br>0.0101429<br>0.0117143 | 0.0115286        | 1.42876e-06 |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.044<br>0.043<br>0.044<br>0.044<br>0.0461429<br>0.0464286<br>0.044<br>0.0404286<br>0.0414286<br>0.0442857                 | 0.0437714        | 3.37959e-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 | 0.0225714<br>0.022<br>0.0224286<br>0.0197143<br>0.0184286<br>0.0215714<br>0.0184286<br>0.0182857<br>0.0211429<br>0.0221429 | 0.0206714        | 3.14761e-06 |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.139714<br>0.142286<br>0.144571<br>0.143286<br>0.142429<br>0.145<br>0.148<br>0.142143<br>0.138286<br>0.144286             | 0.143            | 7.53261e-06 |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.106286<br>0.105143<br>0.103<br>0.105286<br>0.103143<br>0.103286<br>0.105714<br>0.102429<br>0.103143<br>0.108571          | 0.1046           | 3.7626e-06  |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0.082<br>0.0781429<br>0.0737143<br>0.0762857<br>0.0747143<br>0.077<br>0.0791429<br>0.0742857<br>0.0748571<br>0.0775714     | 0.0767714        | 6.57691e-06 |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.0557143<br>0.0567143<br>0.058<br>0.0615714<br>0.0591429<br>0.0598571<br>0.0577143<br>0.0584286<br>0.054<br>0.0578571     | 0.0579           | 4.50813e-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                             | 0.08<br>0.0762857<br>0.081<br>0.0761429<br>0.0741429<br>0.0775714<br>0.0775714<br>0.0747143<br>0.0697143<br>0.0822857          | 0.0769429        | 1.34747e-05 |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0497143<br>0.0487143<br>0.0468571<br>0.0537143<br>0.0465714<br>0.0455714<br>0.0468571<br>0.0508571<br>0.0475714<br>0.0487143 | 0.0485143        | 5.87399e-06 |
| 23                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.152714<br>0.155<br>0.153429<br>0.159286<br>0.153857<br>0.155857<br>0.157<br>0.150143<br>0.156286<br>0.152286                 | 0.154586         | 6.99988e-06 |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.119<br>0.117571<br>0.117429<br>0.114429<br>0.113143<br>0.121714<br>0.117286<br>0.117429<br>0.114714<br>0.119143              | 0.117186         | 6.43969e-06 |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0567143<br>0.0544286<br>0.0572857<br>0.0601429<br>0.0538571<br>0.0561429<br>0.0535714<br>0.0584286<br>0.055<br>0.0571429     | 0.0562714        | 4.41936e-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  | 0.0378571<br>0.0408571<br>0.0402857<br>0.0411429<br>0.0397143<br>0.044<br>0.0394286<br>0.0391429<br>0.0371429<br>0.0445714 | 0.0404143        | 5.68906e-06 |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                          | 0.0674286<br>0.0641429<br>0.0648571<br>0.0627143<br>0.06<br>0.0612857<br>0.0668571<br>0.0607143<br>0.0642857<br>0.0632857  | 0.0635571        | 6.12447e-06 |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.0397143<br>0.0427143<br>0.0387143<br>0.0414286<br>0.041<br>0.0407143<br>0.0388571<br>0.0367143<br>0.0372857<br>0.0381429 | 0.0395286        | 3.70546e-06 |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                          | 0.146714<br>0.150143<br>0.147<br>0.149429<br>0.147429<br>0.147857<br>0.149286<br>0.150857<br>0.146571<br>0.148             | 0.148329         | 2.26814e-06 |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.109286<br>0.111143<br>0.113571<br>0.109571<br>0.109286<br>0.109714<br>0.113286<br>0.110143<br>0.114<br>0.108571          | 0.110857         | 4.09533e-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                              | 0.01<br>0.00885714<br>0.00885714<br>0.00971429<br>0.0101429<br>0.00928571<br>0.00971429<br>0.00985714<br>0.00828571<br>0.00828571        | 0.0093           | 4.78242e-07 |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.00671429<br>0.00857143<br>0.00757143<br>0.00514286<br>0.00714286<br>0.00742857<br>0.00785714<br>0.00828571<br>0.00528571<br>0.00842857 | 0.00724286       | 1.47868e-06 |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0231429<br>0.0237143<br>0.0235714<br>0.0241429<br>0.0235714<br>0.0257143<br>0.0234286<br>0.0267143<br>0.0232857<br>0.0245714           | 0.0241857        | 1.36985e-06 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.00957143<br>0.009<br>0.009<br>0.00985714<br>0.00814286<br>0.0111429<br>0.0105714<br>0.00985714<br>0.00957143<br>0.0101429              | 0.00968572       | 7.24728e-07 |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.127571<br>0.125714<br>0.129714<br>0.124429<br>0.124143<br>0.126<br>0.129286<br>0.126714<br>0.126857<br>0.125571                        | 0.1266           | 3.43193e-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   | 0.0961429<br>0.0935714<br>0.0958571<br>0.092<br>0.0935714<br>0.093<br>0.0897143<br>0.0915714<br>0.0971429<br>0.0955714         | 0.0938143        | 5.51953e-06 |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0647143<br>0.071<br>0.0697143<br>0.0754286<br>0.071<br>0.0705714<br>0.0662857<br>0.0717143<br>0.0675714<br>0.0708571         | 0.0698857        | 9.22815e-06 |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0587143<br>0.0515714<br>0.0524286<br>0.0551429<br>0.0537143<br>0.0557143<br>0.0537143<br>0.0574286<br>0.0532857<br>0.0554286 | 0.0547143        | 4.91161e-06 |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0718571<br>0.0688571<br>0.0698571<br>0.0655714<br>0.0717143<br>0.0698571<br>0.0671429<br>0.0682857<br>0.0745714<br>0.0707143 | 0.0698428        | 6.62333e-06 |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0457143<br>0.0471429<br>0.0447143<br>0.0432857<br>0.0425714<br>0.0455714<br>0.0432857<br>0.045<br>0.0452857<br>0.0427143     | 0.0445286        | 2.2633e-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                             | 0.146857<br>0.152571<br>0.149714<br>0.150571<br>0.144429<br>0.147429<br>0.149429<br>0.146571<br>0.149143<br>0.150857       | 0.148757         | 5.84971e-06 |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.109857<br>0.114143<br>0.111571<br>0.110571<br>0.113<br>0.114286<br>0.114429<br>0.110857<br>0.112143<br>0.109143          | 0.112            | 3.66957e-06 |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0507143<br>0.0511429<br>0.0515714<br>0.048<br>0.0485714<br>0.0481429<br>0.0482857<br>0.0491429<br>0.0504286<br>0.0484286 | 0.0494429        | 1.88866e-06 |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0351429<br>0.0377143<br>0.0372857<br>0.0345714<br>0.042<br>0.039<br>0.037<br>0.0368571<br>0.0352857<br>0.04              | 0.0374857        | 5.39321e-06 |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.058<br>0.0598571<br>0.0585714<br>0.0574286<br>0.0572857<br>0.0554286<br>0.0564286<br>0.0595714<br>0.0551429<br>0.0551429 | 0.0572857        | 3.04298e-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 | 0.0317143<br>0.035<br>0.0347143<br>0.0344286<br>0.0345714<br>0.0321429<br>0.0357143<br>0.0324286<br>0.032<br>0.0347143                   | 0.0337429        | 2.21676e-06 |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.144571<br>0.142857<br>0.143143<br>0.141143<br>0.145429<br>0.144571<br>0.143286<br>0.135714<br>0.143<br>0.143                           | 0.142671         | 7.37925e-06 |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.108286<br>0.106571<br>0.107714<br>0.106571<br>0.101429<br>0.103<br>0.106714<br>0.109857<br>0.105714<br>0.106286                        | 0.106214         | 5.97786e-06 |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.00728571<br>0.00871429<br>0.00814286<br>0.00557143<br>0.00714286<br>0.00671429<br>0.00614286<br>0.00757143<br>0.00614286<br>0.00885714 | 0.00722857       | 1.24354e-06 |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.00628571<br>0.00542857<br>0.00442857<br>0.00557143<br>0.00585714<br>0.00457143<br>0.00557143<br>0.00885714<br>0.00471429<br>0.00428571 | 0.00555714       | 1.78889e-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                             | 0.0197143<br>0.0214286<br>0.0192857<br>0.0192857<br>0.0178571<br>0.0192857<br>0.0178571<br>0.0187143<br>0.0191429<br>0.0192857 | 0.0191857        | 1.0116e-06  |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.00514286<br>0.007<br>0.00628571<br>0.00714286<br>0.00757143<br>0.00542857<br>0.00642857<br>0.00714286<br>0.00685714<br>0.007 | 0.0066           | 6.15874e-07 |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.12<br>0.117<br>0.122714<br>0.12<br>0.123571<br>0.118714<br>0.123286<br>0.115857<br>0.12<br>0.116                             | 0.119714         | 8.21301e-06 |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0878571<br>0.0872857<br>0.0881429<br>0.0894286<br>0.0901429<br>0.0845714<br>0.0877143<br>0.0888571<br>0.0901429<br>0.0904286 | 0.0884571        | 3.12842e-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                              | 0.0901429<br>0.09<br>0.0904286<br>0.09<br>0.092<br>0.0915714<br>0.0924286<br>0.0915714<br>0.0904286<br>0.0904286          | 0.0909           | 8.12003e-07 |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0697143<br>0.0742857<br>0.07<br>0.0692857<br>0.0697143<br>0.0704286<br>0.0727143<br>0.0705714<br>0.0735714<br>0.0665714 | 0.0706857        | 5.19184e-06 |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0917143<br>0.0947143<br>0.0918571<br>0.0918571<br>0.0967143<br>0.0915714<br>0.0898571<br>0.09<br>0.0925714<br>0.0898571 | 0.0920714        | 4.81753e-06 |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0637143<br>0.063<br>0.0602857<br>0.0627143<br>0.0637143<br>0.0611429<br>0.0618571<br>0.0657143<br>0.0612857<br>0.06     | 0.0623429        | 3.13472e-06 |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.166143<br>0.166143<br>0.164143<br>0.163143<br>0.166<br>0.169429<br>0.161857<br>0.165714<br>0.167857<br>0.168714         | 0.165914         | 5.71076e-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 | 0.122286<br>0.125143<br>0.123571<br>0.123429<br>0.123571<br>0.121286<br>0.126<br>0.118571<br>0.12<br>0.124857              | 0.122871         | 5.53059e-06 |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0692857<br>0.0678571<br>0.0648571<br>0.0721429<br>0.0662857<br>0.0712857<br>0.0685714<br>0.0664286<br>0.0647143<br>0.068 | 0.0679428        | 6.22317e-06 |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.054<br>0.0538571<br>0.0505714<br>0.0528571<br>0.0542857<br>0.0544286<br>0.0547143<br>0.0557143<br>0.0504286<br>0.0508571 | 0.0531714        | 3.61818e-06 |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0772857<br>0.0802857<br>0.076<br>0.0845714<br>0.0808571<br>0.0818571<br>0.0812857<br>0.0782857<br>0.085<br>0.0818571     | 0.0807285        | 8.47367e-06 |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.05<br>0.0492857<br>0.0557143<br>0.0527143<br>0.0494286<br>0.0511429<br>0.0498571<br>0.0512857<br>0.0517143<br>0.052      | 0.0513143        | 3.72248e-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                             | 0.163143<br>0.160571<br>0.160429<br>0.163143<br>0.158857<br>0.164143<br>0.161571<br>0.163857<br>0.159<br>0.163429          | 0.161814         | 3.99151e-06 |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.118143<br>0.117857<br>0.118286<br>0.119286<br>0.115714<br>0.117286<br>0.116286<br>0.116<br>0.120429<br>0.121571          | 0.118086         | 3.66982e-06 |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.0201429<br>0.0192857<br>0.015<br>0.0172857<br>0.018<br>0.0198571<br>0.0157143<br>0.015<br>0.0154286<br>0.0157143         | 0.0171429        | 4.21313e-06 |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0145714<br>0.0105714<br>0.0111429<br>0.0118571<br>0.0114286<br>0.0117143<br>0.0111429<br>0.011<br>0.0101429<br>0.0117143 | 0.0115286        | 1.42876e-06 |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.044<br>0.043<br>0.044<br>0.044<br>0.0461429<br>0.0464286<br>0.044<br>0.0404286<br>0.0414286<br>0.0442857                 | 0.0437714        | 3.37959e-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 | 0.0225714<br>0.022<br>0.0224286<br>0.0197143<br>0.0184286<br>0.0215714<br>0.0184286<br>0.0182857<br>0.0211429<br>0.0221429 | 0.0206714        | 3.14761e-06 |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.139714<br>0.142286<br>0.144571<br>0.143286<br>0.142429<br>0.145<br>0.148<br>0.142143<br>0.138286<br>0.144286             | 0.143            | 7.53261e-06 |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.106286<br>0.105143<br>0.103<br>0.105286<br>0.103143<br>0.103286<br>0.105714<br>0.102429<br>0.103143<br>0.108571          | 0.1046           | 3.7626e-06  |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0.082<br>0.0781429<br>0.0737143<br>0.0762857<br>0.0747143<br>0.077<br>0.0791429<br>0.0742857<br>0.0748571<br>0.0775714     | 0.0767714        | 6.57691e-06 |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.0557143<br>0.0567143<br>0.058<br>0.0615714<br>0.0591429<br>0.0598571<br>0.0577143<br>0.0584286<br>0.054<br>0.0578571     | 0.0579           | 4.50813e-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                             | 0.08<br>0.0762857<br>0.081<br>0.0761429<br>0.0741429<br>0.0775714<br>0.0775714<br>0.0747143<br>0.0697143<br>0.0822857          | 0.0769429        | 1.34747e-05 |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0497143<br>0.0487143<br>0.0468571<br>0.0537143<br>0.0465714<br>0.0455714<br>0.0468571<br>0.0508571<br>0.0475714<br>0.0487143 | 0.0485143        | 5.87399e-06 |
| 23                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.152714<br>0.155<br>0.153429<br>0.159286<br>0.153857<br>0.155857<br>0.157<br>0.150143<br>0.156286<br>0.152286                 | 0.154586         | 6.99988e-06 |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.119<br>0.117571<br>0.117429<br>0.114429<br>0.113143<br>0.121714<br>0.117286<br>0.117429<br>0.114714<br>0.119143              | 0.117186         | 6.43969e-06 |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0567143<br>0.0544286<br>0.0572857<br>0.0601429<br>0.0538571<br>0.0561429<br>0.0535714<br>0.0584286<br>0.055<br>0.0571429     | 0.0562714        | 4.41936e-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  | 0.0378571<br>0.0408571<br>0.0402857<br>0.0411429<br>0.0397143<br>0.044<br>0.0394286<br>0.0391429<br>0.0371429<br>0.0445714 | 0.0404143        | 5.68906e-06 |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                          | 0.0674286<br>0.0641429<br>0.0648571<br>0.0627143<br>0.06<br>0.0612857<br>0.0668571<br>0.0607143<br>0.0642857<br>0.0632857  | 0.0635571        | 6.12447e-06 |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.0397143<br>0.0427143<br>0.0387143<br>0.0414286<br>0.041<br>0.0407143<br>0.0388571<br>0.0367143<br>0.0372857<br>0.0381429 | 0.0395286        | 3.70546e-06 |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                          | 0.146714<br>0.150143<br>0.147<br>0.149429<br>0.147429<br>0.147857<br>0.149286<br>0.150857<br>0.146571<br>0.148             | 0.148329         | 2.26814e-06 |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.109286<br>0.111143<br>0.113571<br>0.109571<br>0.109286<br>0.109714<br>0.113286<br>0.110143<br>0.114<br>0.108571          | 0.110857         | 4.09533e-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                              | 0.01<br>0.00885714<br>0.00885714<br>0.00971429<br>0.0101429<br>0.00928571<br>0.00971429<br>0.00985714<br>0.00828571<br>0.00828571        | 0.0093           | 4.78242e-07 |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.00671429<br>0.00857143<br>0.00757143<br>0.00514286<br>0.00714286<br>0.00742857<br>0.00785714<br>0.00828571<br>0.00528571<br>0.00842857 | 0.00724286       | 1.47868e-06 |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0231429<br>0.0237143<br>0.0235714<br>0.0241429<br>0.0235714<br>0.0257143<br>0.0234286<br>0.0267143<br>0.0232857<br>0.0245714           | 0.0241857        | 1.36985e-06 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.00957143<br>0.009<br>0.009<br>0.00985714<br>0.00814286<br>0.0111429<br>0.0105714<br>0.00985714<br>0.00957143<br>0.0101429              | 0.00968572       | 7.24728e-07 |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.127571<br>0.125714<br>0.129714<br>0.124429<br>0.124143<br>0.126<br>0.129286<br>0.126714<br>0.126857<br>0.125571                        | 0.1266           | 3.43193e-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   | 0.0961429<br>0.0935714<br>0.0958571<br>0.092<br>0.0935714<br>0.093<br>0.0897143<br>0.0915714<br>0.0971429<br>0.0955714         | 0.0938143        | 5.51953e-06 |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0647143<br>0.071<br>0.0697143<br>0.0754286<br>0.071<br>0.0705714<br>0.0662857<br>0.0717143<br>0.0675714<br>0.0708571         | 0.0698857        | 9.22815e-06 |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0587143<br>0.0515714<br>0.0524286<br>0.0551429<br>0.0537143<br>0.0557143<br>0.0537143<br>0.0574286<br>0.0532857<br>0.0554286 | 0.0547143        | 4.91161e-06 |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0718571<br>0.0688571<br>0.0698571<br>0.0655714<br>0.0717143<br>0.0698571<br>0.0671429<br>0.0682857<br>0.0745714<br>0.0707143 | 0.0698428        | 6.62333e-06 |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0457143<br>0.0471429<br>0.0447143<br>0.0432857<br>0.0425714<br>0.0455714<br>0.0432857<br>0.045<br>0.0452857<br>0.0427143     | 0.0445286        | 2.2633e-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                             | 0.146857<br>0.152571<br>0.149714<br>0.150571<br>0.144429<br>0.147429<br>0.149429<br>0.146571<br>0.149143<br>0.150857       | 0.148757         | 5.84971e-06 |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.109857<br>0.114143<br>0.111571<br>0.110571<br>0.113<br>0.114286<br>0.114429<br>0.110857<br>0.112143<br>0.109143          | 0.112            | 3.66957e-06 |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0507143<br>0.0511429<br>0.0515714<br>0.048<br>0.0485714<br>0.0481429<br>0.0482857<br>0.0491429<br>0.0504286<br>0.0484286 | 0.0494429        | 1.88866e-06 |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0351429<br>0.0377143<br>0.0372857<br>0.0345714<br>0.042<br>0.039<br>0.037<br>0.0368571<br>0.0352857<br>0.04              | 0.0374857        | 5.39321e-06 |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.058<br>0.0598571<br>0.0585714<br>0.0574286<br>0.0572857<br>0.0554286<br>0.0564286<br>0.0595714<br>0.0551429<br>0.0551429 | 0.0572857        | 3.04298e-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 | 0.0317143<br>0.035<br>0.0347143<br>0.0344286<br>0.0345714<br>0.0321429<br>0.0357143<br>0.0324286<br>0.032<br>0.0347143                   | 0.0337429        | 2.21676e-06 |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.144571<br>0.142857<br>0.143143<br>0.141143<br>0.145429<br>0.144571<br>0.143286<br>0.135714<br>0.143<br>0.143                           | 0.142671         | 7.37925e-06 |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.108286<br>0.106571<br>0.107714<br>0.106571<br>0.101429<br>0.103<br>0.106714<br>0.109857<br>0.105714<br>0.106286                        | 0.106214         | 5.97786e-06 |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.00728571<br>0.00871429<br>0.00814286<br>0.00557143<br>0.00714286<br>0.00671429<br>0.00614286<br>0.00757143<br>0.00614286<br>0.00885714 | 0.00722857       | 1.24354e-06 |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.00628571<br>0.00542857<br>0.00442857<br>0.00557143<br>0.00585714<br>0.00457143<br>0.00557143<br>0.00885714<br>0.00471429<br>0.00428571 | 0.00555714       | 1.78889e-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                             | 0.0197143<br>0.0214286<br>0.0192857<br>0.0192857<br>0.0178571<br>0.0192857<br>0.0178571<br>0.0187143<br>0.0191429<br>0.0192857 | 0.0191857        | 1.0116e-06  |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.00514286<br>0.007<br>0.00628571<br>0.00714286<br>0.00757143<br>0.00542857<br>0.00642857<br>0.00714286<br>0.00685714<br>0.007 | 0.0066           | 6.15874e-07 |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.12<br>0.117<br>0.122714<br>0.12<br>0.123571<br>0.118714<br>0.123286<br>0.115857<br>0.12<br>0.116                             | 0.119714         | 8.21301e-06 |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0878571<br>0.0872857<br>0.0881429<br>0.0894286<br>0.0901429<br>0.0845714<br>0.0877143<br>0.0888571<br>0.0901429<br>0.0904286 | 0.0884571        | 3.12842e-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<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>0.01<br>0<br>0<br>0      | 0.001            | 1e-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<br>0<br>0<br>0<br>0.01<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<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<br>0<br>0.01<br>0.01<br>0.02<br>0            | 0.005            | 5e-05       |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.02<br>0<br>0<br>0.02<br>0<br>0.01<br>0.01<br>0.01<br>0.01<br>0 | 0.008            | 6.22222e-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 | 0.01<br>0.01<br>0<br>0<br>0.01<br>0.01<br>0<br>0.01<br>0.01<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   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 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>0.27<br>0.34<br>0.24<br>0.29<br>0.25<br>0.29<br>0.34<br>0.29<br>0.3  | 0.284            | 0.00142667  |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.37<br>0.48<br>0.44<br>0.45<br>0.48<br>0.41<br>0.47<br>0.43<br>0.41<br>0.45 | 0.439            | 0.00123222  |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.02<br>0.02<br>0.01<br>0.01<br>0.01<br>0.02<br>0.02<br>0.04<br>0.03<br>0.01 | 0.019            | 9.88889e-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   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 16                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.17<br>0.23<br>0.17<br>0.26<br>0.26<br>0.17<br>0.22<br>0.22<br>0.14<br>0.12 | 0.196            | 0.00238222  |
| 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>0.02<br>0<br>0<br>0<br>0                                 | 0.002            | 4e-05       |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0<br>0.01<br>0.01<br>0<br>0<br>0<br>0.01<br>0<br>0.01<br>0                   | 0.004            | 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 | 0.01<br>0<br>0.01<br>0<br>0.01<br>0.02<br>0<br>0<br>0.01<br>0.02 | 0.008            | 6.22222e-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                              | 0.01<br>0.01<br>0<br>0<br>0.02<br>0<br>0<br>0.02<br>0.03         | 0.009            | 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   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 26                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.09<br>0.03<br>0.02<br>0.01<br>0.03<br>0.03<br>0.03<br>0.02<br>0.04<br>0.02 | 0.032            | 0.000484444 |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0.01<br>0<br>0<br>0<br>0.01<br>0                         | 0.002            | 1.77778e-05 |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.03<br>0.01<br>0.03<br>0<br>0.02<br>0.04<br>0.01<br>0.03<br>0.02<br>0.03    | 0.022            | 0.000151111 |
| 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                              | 0.48<br>0.54<br>0.57<br>0.45<br>0.54<br>0.49<br>0.55<br>0.52<br>0.52<br>0.57 | 0.523            | 0.00155667  |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.65<br>0.58<br>0.61<br>0.68<br>0.58<br>0.56<br>0.53<br>0.54<br>0.72<br>0.57 | 0.602            | 0.00390667  |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.1<br>0.09<br>0.11<br>0.09<br>0.1<br>0.1<br>0.13<br>0.08<br>0.09<br>0.12    | 0.101            | 0.000232222 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.42<br>0.51<br>0.51<br>0.47<br>0.54<br>0.4<br>0.44<br>0.47<br>0.51<br>0.49  | 0.476            | 0.00200444  |
| 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>0.02<br>0<br>0                           | 0.002            | 4e-05       |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида  | 0<br>0.02<br>0.01<br>0<br>0<br>0<br>0.02<br>0<br>0<br>0                | 0.005            | 7.22222e-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<br>0<br>0                         | 0                | 0           |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.01<br>0.03<br>0.01<br>0<br>0.01<br>0.01<br>0<br>0.03<br>0.01<br>0.01 | 0.012            | 0.000106667 |
| 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>0.01<br>0.02<br>0<br>0<br>0.04<br>0<br>0<br>0.02<br>0                | 0.01             | 0.000177778 |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.02<br>0.05<br>0.04<br>0.05<br>0.05<br>0.03<br>0.07<br>0.03<br>0.03<br>0.04 | 0.041            | 0.00021     |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0.01<br>0.01<br>0.01<br>0.01                   | 0.004            | 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   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 46                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.04<br>0.04<br>0.03<br>0.03<br>0.05<br>0.04<br>0.03<br>0.03<br>0.05<br>0.04 | 0.038            | 6.22222e-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                               | 0.65<br>0.55<br>0.52<br>0.67<br>0.63<br>0.61<br>0.59<br>0.56<br>0.63<br>0.54 | 0.595            | 0.00258333  |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.62<br>0.64<br>0.73<br>0.65<br>0.64<br>0.73<br>0.66<br>0.5<br>0.74<br>0.73  | 0.664            | 0.00544889  |
| 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                             | 0.15<br>0.19<br>0.21<br>0.15<br>0.23<br>0.2<br>0.21<br>0.18<br>0.21<br>0.2 | 0.193            | 0.00069    |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.69<br>0.6<br>0.64<br>0.58<br>0.6<br>0.65<br>0.63<br>0.59<br>0.61<br>0.58 | 0.617            | 0.00124556 |
| 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>  | 15.12.2013 22:08:28.   |
| <b>Дата создания исследования:</b>  | 15.12.2013 22:08:28.   |
| <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>  | 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                              | 0.096375<br>0.095125<br>0.094<br>0.095<br>0.100125<br>0.091<br>0.092875<br>0.0935<br>0.096125<br>0.086875       | 0.0941           | 1.23465e-05 |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0775<br>0.07575<br>0.0765<br>0.08025<br>0.07375<br>0.074625<br>0.07375<br>0.074875<br>0.072375<br>0.078375    | 0.075775         | 5.79792e-06 |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.09525<br>0.097875<br>0.10125<br>0.10075<br>0.1<br>0.094875<br>0.096125<br>0.093875<br>0.097375<br>0.095875    | 0.097325         | 6.70556e-06 |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.062875<br>0.068875<br>0.06825<br>0.0685<br>0.067375<br>0.066125<br>0.06975<br>0.066875<br>0.065125<br>0.06625 | 0.067            | 4.10069e-06 |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.16825<br>0.168125<br>0.167<br>0.166625<br>0.166875<br>0.1685<br>0.1675<br>0.1705<br>0.162625<br>0.17025       | 0.167625         | 4.83681e-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 | 0.127375<br>0.123125<br>0.127375<br>0.1255<br>0.128<br>0.122<br>0.12425<br>0.122875<br>0.126125<br>0.125125   | 0.125175         | 4.34444e-06 |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.07675<br>0.07475<br>0.071125<br>0.075125<br>0.071<br>0.0745<br>0.072625<br>0.074<br>0.07425<br>0.072625     | 0.073675         | 3.29931e-06 |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.056625<br>0.06075<br>0.058375<br>0.06<br>0.059<br>0.058875<br>0.057125<br>0.05775<br>0.057<br>0.0565        | 0.0582           | 2.11528e-06 |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.08375<br>0.082<br>0.085<br>0.08175<br>0.07875<br>0.08625<br>0.080375<br>0.082875<br>0.083125<br>0.081875    | 0.082575         | 4.68125e-06 |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.05225<br>0.056875<br>0.054875<br>0.056<br>0.05425<br>0.052875<br>0.0525<br>0.052375<br>0.054125<br>0.051375 | 0.05375          | 3.17708e-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                             | 0.161125<br>0.160375<br>0.166<br>0.168<br>0.160125<br>0.165125<br>0.161625<br>0.161375<br>0.16675<br>0.163125 | 0.163362         | 8.27587e-06 |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.119<br>0.116375<br>0.11825<br>0.11975<br>0.12275<br>0.123<br>0.121375<br>0.118625<br>0.121875<br>0.12475    | 0.120575         | 6.70903e-06 |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.0175<br>0.0185<br>0.01675<br>0.017<br>0.019125<br>0.018375<br>0.016125<br>0.015125<br>0.016125<br>0.016375  | 0.0171           | 1.58958e-06 |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.014375<br>0.011625<br>0.012875<br>0.013125<br>0.01025<br>0.013875<br>0.014625<br>0.01225<br>0.0125<br>0.01  | 0.01255          | 2.50764e-06 |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.044<br>0.04225<br>0.0435<br>0.042625<br>0.04125<br>0.04125<br>0.04375<br>0.04075<br>0.044<br>0.042125       | 0.04255          | 1.49375e-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 | 0.019875<br>0.019<br>0.019<br>0.020125<br>0.018875<br>0.01975<br>0.018875<br>0.021<br>0.019125<br>0.02075     | 0.0196375        | 6.26563e-07 |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.144<br>0.143875<br>0.141875<br>0.142125<br>0.144375<br>0.1425<br>0.1425<br>0.142625<br>0.141875<br>0.143375 | 0.142912         | 8.50868e-07 |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.10225<br>0.105375<br>0.105<br>0.105<br>0.110375<br>0.10625<br>0.102625<br>0.108125<br>0.105<br>0.106125     | 0.105612         | 5.67517e-06 |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0.081<br>0.081<br>0.0815<br>0.0835<br>0.08325<br>0.0805<br>0.082125<br>0.08075<br>0.082875<br>0.076625        | 0.0813125        | 3.86892e-06 |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.0625<br>0.0645<br>0.061<br>0.064125<br>0.0625<br>0.063<br>0.06375<br>0.064375<br>0.058625<br>0.064125       | 0.06285          | 3.40556e-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                             | 0.0795<br>0.080625<br>0.080875<br>0.078<br>0.080875<br>0.07925<br>0.078625<br>0.080375<br>0.0785<br>0.0775     | 0.0794125        | 1.5349e-06  |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.05325<br>0.050625<br>0.056375<br>0.0515<br>0.051875<br>0.05<br>0.05075<br>0.053375<br>0.052875<br>0.05375    | 0.0524375        | 3.58073e-06 |
| 23                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.154<br>0.155625<br>0.15425<br>0.1545<br>0.15275<br>0.155375<br>0.15375<br>0.153625<br>0.153875<br>0.15475    | 0.15425          | 7.29167e-07 |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.12025<br>0.11525<br>0.1185<br>0.117125<br>0.115875<br>0.11825<br>0.11525<br>0.115125<br>0.120625<br>0.116875 | 0.117313         | 4.16406e-06 |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.05725<br>0.06025<br>0.061<br>0.058125<br>0.0545<br>0.057<br>0.057625<br>0.059375<br>0.055875<br>0.056125     | 0.0577125        | 4.12517e-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  | 0.046875<br>0.0485<br>0.044375<br>0.042625<br>0.042125<br>0.044625<br>0.043125<br>0.04575<br>0.04725<br>0.044375 | 0.0449625        | 4.41337e-06 |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                          | 0.063625<br>0.06475<br>0.064<br>0.06125<br>0.06625<br>0.069375<br>0.061625<br>0.066625<br>0.063125<br>0.06275    | 0.0643375        | 6.21545e-06 |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.04125<br>0.04025<br>0.040375<br>0.04075<br>0.041125<br>0.0425<br>0.040375<br>0.0415<br>0.04125<br>0.038375     | 0.040775         | 1.15903e-06 |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                          | 0.14875<br>0.149375<br>0.152<br>0.14625<br>0.145<br>0.1485<br>0.15175<br>0.145125<br>0.147125<br>0.1485          | 0.148237         | 5.94948e-06 |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.11075<br>0.1095<br>0.112<br>0.11<br>0.11425<br>0.112375<br>0.111<br>0.115<br>0.107875<br>0.113375              | 0.111613         | 4.93559e-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                              | 0.008<br>0.00775<br>0.009125<br>0.00725<br>0.008375<br>0.0065<br>0.006375<br>0.00825<br>0.008875<br>0.00775       | 0.007825         | 8.34028e-07 |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.005625<br>0.0065<br>0.007125<br>0.005625<br>0.006875<br>0.00625<br>0.006125<br>0.006125<br>0.006625<br>0.007875 | 0.006475         | 4.78472e-07 |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.022625<br>0.023375<br>0.0185<br>0.0215<br>0.02225<br>0.021875<br>0.0225<br>0.02025<br>0.02225<br>0.0215         | 0.0216625        | 1.92726e-06 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.009<br>0.00875<br>0.011875<br>0.00975<br>0.008125<br>0.008375<br>0.01<br>0.00825<br>0.008875<br>0.010875        | 0.0093875        | 1.51545e-06 |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.123625<br>0.1235<br>0.124<br>0.124625<br>0.123625<br>0.121125<br>0.119<br>0.1235<br>0.118625<br>0.125875        | 0.12275          | 5.69097e-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   | 0.090125<br>0.094375<br>0.094125<br>0.091375<br>0.092625<br>0.097<br>0.092375<br>0.091625<br>0.093125<br>0.09 | 0.092675         | 4.49375e-06 |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.077625<br>0.075<br>0.078125<br>0.074625<br>0.074<br>0.076<br>0.074<br>0.0745<br>0.074<br>0.077875           | 0.075575         | 2.88958e-06 |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.057875<br>0.06<br>0.061875<br>0.0565<br>0.059<br>0.0565<br>0.058<br>0.0585<br>0.0595<br>0.059375            | 0.0587125        | 2.64948e-06 |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.072375<br>0.06975<br>0.073625<br>0.071875<br>0.071<br>0.075<br>0.0765<br>0.074125<br>0.07075<br>0.06975     | 0.072475         | 5.22153e-06 |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.051625<br>0.049875<br>0.04625<br>0.046875<br>0.046<br>0.0485<br>0.049625<br>0.04725<br>0.046125<br>0.04675  | 0.0478875        | 3.7099e-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                             | 0.1445<br>0.146375<br>0.152<br>0.147875<br>0.142875<br>0.151375<br>0.149625<br>0.153375<br>0.149125<br>0.150125   | 0.148725         | 1.11799e-05 |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.113<br>0.11275<br>0.115625<br>0.112<br>0.113375<br>0.11225<br>0.113625<br>0.11375<br>0.111875<br>0.114          | 0.113225         | 1.26319e-06 |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.054625<br>0.051125<br>0.055125<br>0.05175<br>0.05225<br>0.049625<br>0.05025<br>0.051625<br>0.051875<br>0.052625 | 0.0520875        | 2.96892e-06 |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.042375<br>0.041125<br>0.041875<br>0.0415<br>0.04175<br>0.0405<br>0.044<br>0.039875<br>0.043125<br>0.0415        | 0.0417625        | 1.43906e-06 |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.05775<br>0.0575<br>0.05575<br>0.057625<br>0.059<br>0.058375<br>0.05825<br>0.060375<br>0.060625<br>0.06225       | 0.05875          | 3.52083e-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 | 0.037625<br>0.036875<br>0.032875<br>0.036125<br>0.03675<br>0.035125<br>0.03725<br>0.03475<br>0.039375<br>0.037125 | 0.0363875        | 3.19948e-06 |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.14525<br>0.138<br>0.141125<br>0.145<br>0.14375<br>0.142375<br>0.1435<br>0.141125<br>0.142<br>0.144125           | 0.142625         | 4.79514e-06 |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.102<br>0.1045<br>0.1065<br>0.107625<br>0.10525<br>0.106125<br>0.103<br>0.108<br>0.10875<br>0.103                | 0.105475         | 5.39167e-06 |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.006125<br>0.0065<br>0.007<br>0.0055<br>0.00475<br>0.006125<br>0.005375<br>0.00625<br>0.005375<br>0.006375       | 0.0059375        | 4.48785e-07 |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.006375<br>0.005875<br>0.0055<br>0.005875<br>0.005125<br>0.00575<br>0.0065<br>0.004875<br>0.005625<br>0.006375   | 0.0057875        | 2.88368e-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                             | 0.015625<br>0.017125<br>0.016125<br>0.019<br>0.01775<br>0.016625<br>0.016875<br>0.0185<br>0.014625<br>0.01725 | 0.01695          | 1.70208e-06 |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.005<br>0.007<br>0.005375<br>0.0075<br>0.00675<br>0.00575<br>0.006<br>0.004<br>0.008375<br>0.007125          | 0.0062875        | 1.70503e-06 |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.117<br>0.11625<br>0.117375<br>0.11175<br>0.11775<br>0.11875<br>0.1165<br>0.11575<br>0.114375<br>0.1185      | 0.1164           | 4.36042e-06 |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.08375<br>0.08775<br>0.086625<br>0.089<br>0.08675<br>0.086125<br>0.0825<br>0.08775<br>0.0845<br>0.0855       | 0.086025         | 3.98889e-06 |

#### 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                              | 0.096375<br>0.095125<br>0.094<br>0.095<br>0.100125<br>0.091<br>0.092875<br>0.0935<br>0.096125<br>0.086875       | 0.0941           | 1.23465e-05 |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0775<br>0.07575<br>0.0765<br>0.08025<br>0.07375<br>0.074625<br>0.07375<br>0.074875<br>0.072375<br>0.078375    | 0.075775         | 5.79792e-06 |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.09525<br>0.097875<br>0.10125<br>0.10075<br>0.1<br>0.094875<br>0.096125<br>0.093875<br>0.097375<br>0.095875    | 0.097325         | 6.70556e-06 |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.062875<br>0.068875<br>0.06825<br>0.0685<br>0.067375<br>0.066125<br>0.06975<br>0.066875<br>0.065125<br>0.06625 | 0.067            | 4.10069e-06 |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.16825<br>0.168125<br>0.167<br>0.166625<br>0.166875<br>0.1685<br>0.1675<br>0.1705<br>0.162625<br>0.17025       | 0.167625         | 4.83681e-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 | 0.127375<br>0.123125<br>0.127375<br>0.1255<br>0.128<br>0.122<br>0.12425<br>0.122875<br>0.126125<br>0.125125   | 0.125175         | 4.34444e-06 |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.07675<br>0.07475<br>0.071125<br>0.075125<br>0.071<br>0.0745<br>0.072625<br>0.074<br>0.07425<br>0.072625     | 0.073675         | 3.29931e-06 |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.056625<br>0.06075<br>0.058375<br>0.06<br>0.059<br>0.058875<br>0.057125<br>0.05775<br>0.057<br>0.0565        | 0.0582           | 2.11528e-06 |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.08375<br>0.082<br>0.085<br>0.08175<br>0.07875<br>0.08625<br>0.080375<br>0.082875<br>0.083125<br>0.081875    | 0.082575         | 4.68125e-06 |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.05225<br>0.056875<br>0.054875<br>0.056<br>0.05425<br>0.052875<br>0.0525<br>0.052375<br>0.054125<br>0.051375 | 0.05375          | 3.17708e-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                             | 0.161125<br>0.160375<br>0.166<br>0.168<br>0.160125<br>0.165125<br>0.161625<br>0.161375<br>0.16675<br>0.163125 | 0.163362         | 8.27587e-06 |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.119<br>0.116375<br>0.11825<br>0.11975<br>0.12275<br>0.123<br>0.121375<br>0.118625<br>0.121875<br>0.12475    | 0.120575         | 6.70903e-06 |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.0175<br>0.0185<br>0.01675<br>0.017<br>0.019125<br>0.018375<br>0.016125<br>0.015125<br>0.016125<br>0.016375  | 0.0171           | 1.58958e-06 |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.014375<br>0.011625<br>0.012875<br>0.013125<br>0.01025<br>0.013875<br>0.014625<br>0.01225<br>0.0125<br>0.01  | 0.01255          | 2.50764e-06 |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.044<br>0.04225<br>0.0435<br>0.042625<br>0.04125<br>0.04125<br>0.04375<br>0.04075<br>0.044<br>0.042125       | 0.04255          | 1.49375e-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 | 0.019875<br>0.019<br>0.019<br>0.020125<br>0.018875<br>0.01975<br>0.018875<br>0.021<br>0.019125<br>0.02075     | 0.0196375        | 6.26563e-07 |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.144<br>0.143875<br>0.141875<br>0.142125<br>0.144375<br>0.1425<br>0.1425<br>0.142625<br>0.141875<br>0.143375 | 0.142912         | 8.50868e-07 |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.10225<br>0.105375<br>0.105<br>0.105<br>0.110375<br>0.10625<br>0.102625<br>0.108125<br>0.105<br>0.106125     | 0.105612         | 5.67517e-06 |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0.081<br>0.081<br>0.0815<br>0.0835<br>0.08325<br>0.0805<br>0.082125<br>0.08075<br>0.082875<br>0.076625        | 0.0813125        | 3.86892e-06 |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.0625<br>0.0645<br>0.061<br>0.064125<br>0.0625<br>0.063<br>0.06375<br>0.064375<br>0.058625<br>0.064125       | 0.06285          | 3.40556e-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                             | 0.0795<br>0.080625<br>0.080875<br>0.078<br>0.080875<br>0.07925<br>0.078625<br>0.080375<br>0.0785<br>0.0775     | 0.0794125        | 1.5349e-06  |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.05325<br>0.050625<br>0.056375<br>0.0515<br>0.051875<br>0.05<br>0.05075<br>0.053375<br>0.052875<br>0.05375    | 0.0524375        | 3.58073e-06 |
| 23                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.154<br>0.155625<br>0.15425<br>0.1545<br>0.15275<br>0.155375<br>0.15375<br>0.153625<br>0.153875<br>0.15475    | 0.15425          | 7.29167e-07 |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.12025<br>0.11525<br>0.1185<br>0.117125<br>0.115875<br>0.11825<br>0.11525<br>0.115125<br>0.120625<br>0.116875 | 0.117313         | 4.16406e-06 |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.05725<br>0.06025<br>0.061<br>0.058125<br>0.0545<br>0.057<br>0.057625<br>0.059375<br>0.055875<br>0.056125     | 0.0577125        | 4.12517e-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  | 0.046875<br>0.0485<br>0.044375<br>0.042625<br>0.042125<br>0.044625<br>0.043125<br>0.04575<br>0.04725<br>0.044375 | 0.0449625        | 4.41337e-06 |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                          | 0.063625<br>0.06475<br>0.064<br>0.06125<br>0.06625<br>0.069375<br>0.061625<br>0.066625<br>0.063125<br>0.06275    | 0.0643375        | 6.21545e-06 |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.04125<br>0.04025<br>0.040375<br>0.04075<br>0.041125<br>0.0425<br>0.040375<br>0.0415<br>0.04125<br>0.038375     | 0.040775         | 1.15903e-06 |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                          | 0.14875<br>0.149375<br>0.152<br>0.14625<br>0.145<br>0.1485<br>0.15175<br>0.145125<br>0.147125<br>0.1485          | 0.148237         | 5.94948e-06 |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.11075<br>0.1095<br>0.112<br>0.11<br>0.11425<br>0.112375<br>0.111<br>0.115<br>0.107875<br>0.113375              | 0.111613         | 4.93559e-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                              | 0.008<br>0.00775<br>0.009125<br>0.00725<br>0.008375<br>0.0065<br>0.006375<br>0.00825<br>0.008875<br>0.00775       | 0.007825         | 8.34028e-07 |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.005625<br>0.0065<br>0.007125<br>0.005625<br>0.006875<br>0.00625<br>0.006125<br>0.006125<br>0.006625<br>0.007875 | 0.006475         | 4.78472e-07 |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.022625<br>0.023375<br>0.0185<br>0.0215<br>0.02225<br>0.021875<br>0.0225<br>0.02025<br>0.02225<br>0.0215         | 0.0216625        | 1.92726e-06 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.009<br>0.00875<br>0.011875<br>0.00975<br>0.008125<br>0.008375<br>0.01<br>0.00825<br>0.008875<br>0.010875        | 0.0093875        | 1.51545e-06 |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.123625<br>0.1235<br>0.124<br>0.124625<br>0.123625<br>0.121125<br>0.119<br>0.1235<br>0.118625<br>0.125875        | 0.12275          | 5.69097e-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   | 0.090125<br>0.094375<br>0.094125<br>0.091375<br>0.092625<br>0.097<br>0.092375<br>0.091625<br>0.093125<br>0.09 | 0.092675         | 4.49375e-06 |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.077625<br>0.075<br>0.078125<br>0.074625<br>0.074<br>0.076<br>0.074<br>0.0745<br>0.074<br>0.077875           | 0.075575         | 2.88958e-06 |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.057875<br>0.06<br>0.061875<br>0.0565<br>0.059<br>0.0565<br>0.058<br>0.0585<br>0.0595<br>0.059375            | 0.0587125        | 2.64948e-06 |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.072375<br>0.06975<br>0.073625<br>0.071875<br>0.071<br>0.075<br>0.0765<br>0.074125<br>0.07075<br>0.06975     | 0.072475         | 5.22153e-06 |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.051625<br>0.049875<br>0.04625<br>0.046875<br>0.046<br>0.0485<br>0.049625<br>0.04725<br>0.046125<br>0.04675  | 0.0478875        | 3.7099e-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                             | 0.1445<br>0.146375<br>0.152<br>0.147875<br>0.142875<br>0.151375<br>0.149625<br>0.153375<br>0.149125<br>0.150125   | 0.148725         | 1.11799e-05 |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.113<br>0.11275<br>0.115625<br>0.112<br>0.113375<br>0.11225<br>0.113625<br>0.11375<br>0.111875<br>0.114          | 0.113225         | 1.26319e-06 |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.054625<br>0.051125<br>0.055125<br>0.05175<br>0.05225<br>0.049625<br>0.05025<br>0.051625<br>0.051875<br>0.052625 | 0.0520875        | 2.96892e-06 |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.042375<br>0.041125<br>0.041875<br>0.0415<br>0.04175<br>0.0405<br>0.044<br>0.039875<br>0.043125<br>0.0415        | 0.0417625        | 1.43906e-06 |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.05775<br>0.0575<br>0.05575<br>0.057625<br>0.059<br>0.058375<br>0.05825<br>0.060375<br>0.060625<br>0.06225       | 0.05875          | 3.52083e-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 | 0.037625<br>0.036875<br>0.032875<br>0.036125<br>0.03675<br>0.035125<br>0.03725<br>0.03475<br>0.039375<br>0.037125 | 0.0363875        | 3.19948e-06 |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.14525<br>0.138<br>0.141125<br>0.145<br>0.14375<br>0.142375<br>0.1435<br>0.141125<br>0.142<br>0.144125           | 0.142625         | 4.79514e-06 |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.102<br>0.1045<br>0.1065<br>0.107625<br>0.10525<br>0.106125<br>0.103<br>0.108<br>0.10875<br>0.103                | 0.105475         | 5.39167e-06 |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.006125<br>0.0065<br>0.007<br>0.0055<br>0.00475<br>0.006125<br>0.005375<br>0.00625<br>0.005375<br>0.006375       | 0.0059375        | 4.48785e-07 |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.006375<br>0.005875<br>0.0055<br>0.005875<br>0.005125<br>0.00575<br>0.0065<br>0.004875<br>0.005625<br>0.006375   | 0.0057875        | 2.88368e-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                             | 0.015625<br>0.017125<br>0.016125<br>0.019<br>0.01775<br>0.016625<br>0.016875<br>0.0185<br>0.014625<br>0.01725 | 0.01695          | 1.70208e-06 |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.005<br>0.007<br>0.005375<br>0.0075<br>0.00675<br>0.00575<br>0.006<br>0.004<br>0.008375<br>0.007125          | 0.0062875        | 1.70503e-06 |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.117<br>0.11625<br>0.117375<br>0.11175<br>0.11775<br>0.11875<br>0.1165<br>0.11575<br>0.114375<br>0.1185      | 0.1164           | 4.36042e-06 |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.08375<br>0.08775<br>0.086625<br>0.089<br>0.08675<br>0.086125<br>0.0825<br>0.08775<br>0.0845<br>0.0855       | 0.086025         | 3.98889e-06 |

## 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<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 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>0.01<br>0<br>0<br>0<br>0<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>0.02<br>0.01<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0   | 0.003            | 4.55556e-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>0.01<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   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 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                               | 0.18<br>0.24<br>0.27<br>0.3<br>0.21<br>0.25<br>0.31<br>0.25<br>0.26<br>0.2 | 0.247            | 0.00173444  |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.33<br>0.43<br>0.3<br>0.34<br>0.4<br>0.33<br>0.37<br>0.35<br>0.4<br>0.44  | 0.369            | 0.00218778  |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0<br>0.01<br>0.02<br>0<br>0.01<br>0.02<br>0.01<br>0<br>0<br>0.03           | 0.01             | 0.000111111 |
| 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 | 0.15<br>0.2<br>0.15<br>0.16<br>0.16<br>0.16<br>0.17<br>0.12<br>0.23<br>0.11 | 0.161            | 0.00121     |
| 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>0.01<br>0<br>0.01<br>0                        | 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   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 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>0.01<br>0<br>0<br>0.02<br>0<br>0<br>0 | 0.003            | 4.55556e-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>0.01<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   |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-------------|
| 26                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.01<br>0<br>0<br>0.01<br>0<br>0<br>0.01<br>0<br>0.02                     | 0.005            | 5e-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 | 0.02<br>0.03<br>0.03<br>0<br>0.01<br>0.01<br>0.01<br>0.01<br>0.01<br>0.04 | 0.017            | 0.000156667 |
| 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                              | 0.53<br>0.56<br>0.47<br>0.55<br>0.49<br>0.6<br>0.61<br>0.52<br>0.44<br>0.53 | 0.53             | 0.00288889  |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.58<br>0.6<br>0.52<br>0.66<br>0.58<br>0.59<br>0.56<br>0.63<br>0.59<br>0.52 | 0.583            | 0.00189     |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.11<br>0.06<br>0.17<br>0.12<br>0.1<br>0.12<br>0.09<br>0.15<br>0.1<br>0.11  | 0.113            | 0.000934444 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.44<br>0.41<br>0.35<br>0.45<br>0.47<br>0.5<br>0.39<br>0.48<br>0.46<br>0.39 | 0.434            | 0.00224889  |
| 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>0.01<br>0               | 0.001            | 1e-05       |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное 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>0.01<br>0    | 0.003            | 2.33333e-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<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>0.01<br>0.01<br>0<br>0<br>0.01<br>0<br>0<br>0.01<br>0 | 0.004            | 2.66667e-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   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 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>0.01<br>0<br>0<br>0.01<br>0                                   | 0.002            | 1.77778e-05 |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.03<br>0.01<br>0.01<br>0.01<br>0.02<br>0.01<br>0.01<br>0.03<br>0.04<br>0.03 | 0.02             | 0.000133333 |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0.01<br>0.01<br>0<br>0<br>0<br>0                         | 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   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 46                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.05<br>0.01<br>0.03<br>0.04<br>0.01<br>0.04<br>0.05<br>0.04<br>0<br>0.02    | 0.029            | 0.000321111 |
| 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                               | 0.55<br>0.62<br>0.54<br>0.63<br>0.71<br>0.58<br>0.7<br>0.65<br>0.66<br>0.6   | 0.624            | 0.00336     |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.59<br>0.66<br>0.64<br>0.61<br>0.66<br>0.62<br>0.59<br>0.67<br>0.64<br>0.59 | 0.627            | 0.000978889 |
| 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                             | 0.21<br>0.21<br>0.18<br>0.11<br>0.2<br>0.21<br>0.21<br>0.18<br>0.22<br>0.14 | 0.187            | 0.00129    |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.66<br>0.56<br>0.64<br>0.53<br>0.55<br>0.6<br>0.58<br>0.7<br>0.46<br>0.56  | 0.584            | 0.00480444 |
| 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          |

## 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>  | 15.12.2013 22:17:54.   |
| <b>Дата создания исследования:</b>  | 15.12.2013 22:17:54.   |
| <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                              | 0.0957778<br>0.0992222<br>0.102778<br>0.0987778<br>0.0985556<br>0.0985556<br>0.100889<br>0.100222<br>0.0996667<br>0.100222 | 0.0994667        | 3.33013e-06 |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0828889<br>0.0833333<br>0.0818889<br>0.0798889<br>0.0806667<br>0.0836667<br>0.0806667<br>0.0844444<br>0.0827778<br>0.081 | 0.0821222        | 2.31121e-06 |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0987778<br>0.099<br>0.0974444<br>0.0991111<br>0.101333<br>0.0978889<br>0.098<br>0.0996667<br>0.103<br>0.101              | 0.0995222        | 3.09741e-06 |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0721111<br>0.0721111<br>0.0692222<br>0.0691111<br>0.0711111<br>0.073<br>0.0713333<br>0.0684444<br>0.07<br>0.0667778      | 0.0703222        | 3.78723e-06 |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.170111<br>0.173222<br>0.166<br>0.167778<br>0.171<br>0.17<br>0.174222<br>0.167667<br>0.170556<br>0.173778                 | 0.170433         | 7.58924e-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 | 0.131889<br>0.129111<br>0.125889<br>0.126556<br>0.131444<br>0.127667<br>0.129111<br>0.129556<br>0.125556<br>0.129444           | 0.128622         | 4.74592e-06 |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0776667<br>0.0783333<br>0.0788889<br>0.0718889<br>0.0776667<br>0.0748889<br>0.0788889<br>0.0768889<br>0.0765556<br>0.0728889 | 0.0764556        | 6.05884e-06 |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0627778<br>0.0616667<br>0.0625556<br>0.0624444<br>0.0657778<br>0.064<br>0.0607778<br>0.0628889<br>0.062<br>0.0615556         | 0.0626445        | 1.98024e-06 |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0853333<br>0.088<br>0.0821111<br>0.0801111<br>0.0868889<br>0.0843333<br>0.082<br>0.0815556<br>0.0835556<br>0.0863333         | 0.0840222        | 6.72644e-06 |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0595556<br>0.059<br>0.0602222<br>0.0582222<br>0.0571111<br>0.0561111<br>0.0617778<br>0.0583333<br>0.0582222<br>0.0586667     | 0.0587222        | 2.4918e-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                             | 0.166<br>0.164111<br>0.166778<br>0.164222<br>0.163333<br>0.161111<br>0.165<br>0.161778<br>0.162111<br>0.163778         | 0.163822         | 3.3121e-06  |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.122778<br>0.121778<br>0.124444<br>0.121<br>0.124<br>0.124444<br>0.118889<br>0.120333<br>0.126<br>0.120556            | 0.122422         | 5.15118e-06 |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.016<br>0.0172222<br>0.017<br>0.0157778<br>0.0162222<br>0.0183333<br>0.0185556<br>0.0173333<br>0.0176667<br>0.0162222 | 0.0170333        | 9.43905e-07 |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.011<br>0.0135556<br>0.0105556<br>0.013<br>0.0143333<br>0.0117778<br>0.0104444<br>0.0126667<br>0.014<br>0.0132222     | 0.0124556        | 2.03141e-06 |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.041<br>0.0418889<br>0.0417778<br>0.0426667<br>0.0432222<br>0.039<br>0.0423333<br>0.0432222<br>0.0414444<br>0.0424444 | 0.0419           | 1.55678e-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 | 0.0174444<br>0.0198889<br>0.019<br>0.0221111<br>0.0197778<br>0.0202222<br>0.0218889<br>0.0181111<br>0.0215556<br>0.0185556 | 0.0198556        | 2.61471e-06 |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.146<br>0.141667<br>0.138333<br>0.140444<br>0.141667<br>0.140667<br>0.145889<br>0.143444<br>0.140111<br>0.141889          | 0.142011         | 6.07284e-06 |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.101111<br>0.103889<br>0.105444<br>0.105222<br>0.102778<br>0.102444<br>0.105889<br>0.102556<br>0.105333<br>0.105111       | 0.103978         | 2.72346e-06 |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0.0816667<br>0.0832222<br>0.0813333<br>0.0814444<br>0.0828889<br>0.0828889<br>0.0853333<br>0.0811111<br>0.079<br>0.086     | 0.0824889        | 4.27215e-06 |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.0657778<br>0.0645556<br>0.0704444<br>0.0676667<br>0.0647778<br>0.0651111<br>0.0656667<br>0.0675556<br>0.0676667<br>0.067 | 0.0666222        | 3.26524e-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                             | 0.081<br>0.0812222<br>0.0775556<br>0.0782222<br>0.0767778<br>0.0807778<br>0.0803333<br>0.0793333<br>0.0787778<br>0.0783333     | 0.0792333        | 2.39627e-06 |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0547778<br>0.054<br>0.0563333<br>0.0544444<br>0.0525556<br>0.0568889<br>0.0525556<br>0.0543333<br>0.0586667<br>0.0568889     | 0.0551444        | 3.98915e-06 |
| 23                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.153444<br>0.156111<br>0.157444<br>0.150333<br>0.151889<br>0.153778<br>0.152333<br>0.155111<br>0.150556<br>0.151              | 0.1532           | 5.89465e-06 |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.119667<br>0.116556<br>0.121222<br>0.116889<br>0.119556<br>0.122778<br>0.115667<br>0.119889<br>0.116444<br>0.119667           | 0.118834         | 5.44378e-06 |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0592222<br>0.0593333<br>0.0611111<br>0.0581111<br>0.0587778<br>0.0606667<br>0.0588889<br>0.0602222<br>0.0601111<br>0.0587778 | 0.0595222        | 9.21945e-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   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 26                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0465556<br>0.0484444<br>0.048<br>0.0504444<br>0.0475556<br>0.0463333<br>0.0482222<br>0.0482222<br>0.0478889<br>0.0483333     | 0.048            | 1.27294e-06 |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0626667<br>0.0596667<br>0.0634444<br>0.0648889<br>0.0668889<br>0.0674444<br>0.0618889<br>0.0656667<br>0.0634444<br>0.0658889 | 0.0641889        | 5.84646e-06 |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0391111<br>0.043<br>0.0405556<br>0.0422222<br>0.0404444<br>0.0417778<br>0.0405556<br>0.0418889<br>0.0427778<br>0.0423333     | 0.0414667        | 1.54677e-06 |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.148333<br>0.150333<br>0.147222<br>0.147667<br>0.147111<br>0.147667<br>0.146222<br>0.143111<br>0.149111<br>0.150222           | 0.1477           | 4.38953e-06 |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.109<br>0.114333<br>0.112556<br>0.112556<br>0.117667<br>0.111889<br>0.110111<br>0.111111<br>0.113111<br>0.111                 | 0.112333         | 5.8522e-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                              | 0.00755556<br>0.00722222<br>0.009<br>0.00711111<br>0.00788889<br>0.00744444<br>0.00855556<br>0.00622222<br>0.00722222<br>0.00788889 | 0.00761111       | 6.09742e-07 |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.007<br>0.00533333<br>0.00577778<br>0.00755556<br>0.00588889<br>0.00544444<br>0.00777778<br>0.00611111<br>0.00577778<br>0.00477778 | 0.00614445       | 9.71333e-07 |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0187778<br>0.0197778<br>0.0207778<br>0.0198889<br>0.0193333<br>0.0227778<br>0.0204444<br>0.0183333<br>0.0195556<br>0.0182222      | 0.0197889        | 1.80099e-06 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.00733333<br>0.00733333<br>0.00788889<br>0.00944444<br>0.00777778<br>0.007<br>0.00722222<br>0.00722222<br>0.00688889<br>0.008      | 0.00761111       | 5.52125e-07 |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.119111<br>0.116556<br>0.116667<br>0.117444<br>0.118111<br>0.119778<br>0.119778<br>0.117889<br>0.119111<br>0.120778                | 0.118522         | 1.99737e-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   | 0.0885556<br>0.0877778<br>0.0883333<br>0.0893333<br>0.0905556<br>0.0891111<br>0.0883333<br>0.091<br>0.0868889<br>0.0871111     | 0.0887           | 1.80536e-06 |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0817778<br>0.0777778<br>0.0782222<br>0.0782222<br>0.0748889<br>0.0767778<br>0.0762222<br>0.0776667<br>0.0761111<br>0.0762222 | 0.0773889        | 3.5398e-06  |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.064<br>0.0632222<br>0.062<br>0.0601111<br>0.0601111<br>0.0615556<br>0.0641111<br>0.0645556<br>0.0645556<br>0.0611111         | 0.0625333        | 3.14352e-06 |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0742222<br>0.0728889<br>0.0713333<br>0.073<br>0.0751111<br>0.0743333<br>0.0743333<br>0.0752222<br>0.0756667<br>0.0756667     | 0.0741778        | 1.95394e-06 |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0516667<br>0.0517778<br>0.054<br>0.0491111<br>0.0513333<br>0.0503333<br>0.0498889<br>0.0507778<br>0.0487778<br>0.0552222     | 0.0512889        | 4.15416e-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                             | 0.151667<br>0.148<br>0.152444<br>0.150889<br>0.149<br>0.148556<br>0.149222<br>0.149222<br>0.147111<br>0.147556             | 0.149367         | 3.12742e-06 |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.116111<br>0.110667<br>0.115778<br>0.118778<br>0.112667<br>0.113333<br>0.113889<br>0.114444<br>0.114444<br>0.116889       | 0.1147           | 5.29227e-06 |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.051<br>0.0551111<br>0.0497778<br>0.0523333<br>0.0515556<br>0.055<br>0.0574444<br>0.0524444<br>0.0568889<br>0.0555556     | 0.0537111        | 6.89215e-06 |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0448889<br>0.0436667<br>0.0461111<br>0.0465556<br>0.0441111<br>0.0465556<br>0.0425556<br>0.042<br>0.0434444<br>0.0433333 | 0.0443222        | 2.69263e-06 |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0578889<br>0.0593333<br>0.0591111<br>0.0578889<br>0.0596667<br>0.0575556<br>0.0572222<br>0.06<br>0.0586667<br>0.0552222  | 0.0582556        | 2.01387e-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 | 0.0378889<br>0.0385556<br>0.0366667<br>0.0381111<br>0.0404444<br>0.0382222<br>0.039<br>0.0417778<br>0.0363333<br>0.0386667               | 0.0385667        | 2.60206e-06 |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.139<br>0.140111<br>0.142667<br>0.141778<br>0.144444<br>0.141556<br>0.141333<br>0.142444<br>0.141778<br>0.140667                        | 0.141578         | 2.21316e-06 |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.109111<br>0.109222<br>0.106<br>0.107556<br>0.104333<br>0.106333<br>0.108889<br>0.106222<br>0.108556<br>0.105444                        | 0.107167         | 2.99987e-06 |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.00511111<br>0.00533333<br>0.00488889<br>0.00611111<br>0.00588889<br>0.00522222<br>0.00466667<br>0.00622222<br>0.00633333<br>0.00766667 | 0.00574444       | 7.95748e-07 |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.00522222<br>0.005<br>0.006<br>0.00511111<br>0.006<br>0.00377778<br>0.00533333<br>0.00544444<br>0.00544444<br>0.00477778                | 0.00521111       | 4.07269e-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                             | 0.0154444<br>0.017<br>0.014<br>0.0145556<br>0.0142222<br>0.0146667<br>0.0142222<br>0.0132222<br>0.0141111<br>0.0146667              | 0.0146111        | 1.0295e-06  |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.00566667<br>0.00577778<br>0.00466667<br>0.00366667<br>0.00566667<br>0.00555556<br>0.00488889<br>0.00644444<br>0.00588889<br>0.006 | 0.00542222       | 6.44168e-07 |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.114444<br>0.113667<br>0.112333<br>0.113111<br>0.110889<br>0.111556<br>0.112556<br>0.112889<br>0.115222<br>0.111778                | 0.112844         | 1.76966e-06 |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0852222<br>0.085<br>0.0827778<br>0.0845556<br>0.0835556<br>0.0838889<br>0.0853333<br>0.087<br>0.0855556<br>0.0816667              | 0.0844556        | 2.34139e-06 |

## 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                              | 0.0957778<br>0.0992222<br>0.102778<br>0.0987778<br>0.0985556<br>0.0985556<br>0.100889<br>0.100222<br>0.0996667<br>0.100222 | 0.0994667        | 3.33013e-06 |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0828889<br>0.0833333<br>0.0818889<br>0.0798889<br>0.0806667<br>0.0836667<br>0.0806667<br>0.0844444<br>0.0827778<br>0.081 | 0.0821222        | 2.31121e-06 |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0987778<br>0.099<br>0.0974444<br>0.0991111<br>0.101333<br>0.0978889<br>0.098<br>0.0996667<br>0.103<br>0.101              | 0.0995222        | 3.09741e-06 |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0721111<br>0.0721111<br>0.0692222<br>0.0691111<br>0.0711111<br>0.073<br>0.0713333<br>0.0684444<br>0.07<br>0.0667778      | 0.0703222        | 3.78723e-06 |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.170111<br>0.173222<br>0.166<br>0.167778<br>0.171<br>0.17<br>0.174222<br>0.167667<br>0.170556<br>0.173778                 | 0.170433         | 7.58924e-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 | 0.131889<br>0.129111<br>0.125889<br>0.126556<br>0.131444<br>0.127667<br>0.129111<br>0.129556<br>0.125556<br>0.129444           | 0.128622         | 4.74592e-06 |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0776667<br>0.0783333<br>0.0788889<br>0.0718889<br>0.0776667<br>0.0748889<br>0.0788889<br>0.0768889<br>0.0765556<br>0.0728889 | 0.0764556        | 6.05884e-06 |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0627778<br>0.0616667<br>0.0625556<br>0.0624444<br>0.0657778<br>0.064<br>0.0607778<br>0.0628889<br>0.062<br>0.0615556         | 0.0626445        | 1.98024e-06 |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0853333<br>0.088<br>0.0821111<br>0.0801111<br>0.0868889<br>0.0843333<br>0.082<br>0.0815556<br>0.0835556<br>0.0863333         | 0.0840222        | 6.72644e-06 |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0595556<br>0.059<br>0.0602222<br>0.0582222<br>0.0571111<br>0.0561111<br>0.0617778<br>0.0583333<br>0.0582222<br>0.0586667     | 0.0587222        | 2.4918e-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                             | 0.166<br>0.164111<br>0.166778<br>0.164222<br>0.163333<br>0.161111<br>0.165<br>0.161778<br>0.162111<br>0.163778         | 0.163822         | 3.3121e-06  |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.122778<br>0.121778<br>0.124444<br>0.121<br>0.124<br>0.124444<br>0.118889<br>0.120333<br>0.126<br>0.120556            | 0.122422         | 5.15118e-06 |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.016<br>0.0172222<br>0.017<br>0.0157778<br>0.0162222<br>0.0183333<br>0.0185556<br>0.0173333<br>0.0176667<br>0.0162222 | 0.0170333        | 9.43905e-07 |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.011<br>0.0135556<br>0.0105556<br>0.013<br>0.0143333<br>0.0117778<br>0.0104444<br>0.0126667<br>0.014<br>0.0132222     | 0.0124556        | 2.03141e-06 |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.041<br>0.0418889<br>0.0417778<br>0.0426667<br>0.0432222<br>0.039<br>0.0423333<br>0.0432222<br>0.0414444<br>0.0424444 | 0.0419           | 1.55678e-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 | 0.0174444<br>0.0198889<br>0.019<br>0.0221111<br>0.0197778<br>0.0202222<br>0.0218889<br>0.0181111<br>0.0215556<br>0.0185556 | 0.0198556        | 2.61471e-06 |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.146<br>0.141667<br>0.138333<br>0.140444<br>0.141667<br>0.140667<br>0.145889<br>0.143444<br>0.140111<br>0.141889          | 0.142011         | 6.07284e-06 |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.101111<br>0.103889<br>0.105444<br>0.105222<br>0.102778<br>0.102444<br>0.105889<br>0.102556<br>0.105333<br>0.105111       | 0.103978         | 2.72346e-06 |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0.0816667<br>0.0832222<br>0.0813333<br>0.0814444<br>0.0828889<br>0.0828889<br>0.0853333<br>0.0811111<br>0.079<br>0.086     | 0.0824889        | 4.27215e-06 |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.0657778<br>0.0645556<br>0.0704444<br>0.0676667<br>0.0647778<br>0.0651111<br>0.0656667<br>0.0675556<br>0.0676667<br>0.067 | 0.0666222        | 3.26524e-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                             | 0.081<br>0.0812222<br>0.0775556<br>0.0782222<br>0.0767778<br>0.0807778<br>0.0803333<br>0.0793333<br>0.0787778<br>0.0783333     | 0.0792333        | 2.39627e-06 |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0547778<br>0.054<br>0.0563333<br>0.0544444<br>0.0525556<br>0.0568889<br>0.0525556<br>0.0543333<br>0.0586667<br>0.0568889     | 0.0551444        | 3.98915e-06 |
| 23                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.153444<br>0.156111<br>0.157444<br>0.150333<br>0.151889<br>0.153778<br>0.152333<br>0.155111<br>0.150556<br>0.151              | 0.1532           | 5.89465e-06 |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.119667<br>0.116556<br>0.121222<br>0.116889<br>0.119556<br>0.122778<br>0.115667<br>0.119889<br>0.116444<br>0.119667           | 0.118834         | 5.44378e-06 |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0592222<br>0.0593333<br>0.0611111<br>0.0581111<br>0.0587778<br>0.0606667<br>0.0588889<br>0.0602222<br>0.0601111<br>0.0587778 | 0.0595222        | 9.21945e-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   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 26                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0465556<br>0.0484444<br>0.048<br>0.0504444<br>0.0475556<br>0.0463333<br>0.0482222<br>0.0482222<br>0.0478889<br>0.0483333     | 0.048            | 1.27294e-06 |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0626667<br>0.0596667<br>0.0634444<br>0.0648889<br>0.0668889<br>0.0674444<br>0.0618889<br>0.0656667<br>0.0634444<br>0.0658889 | 0.0641889        | 5.84646e-06 |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0391111<br>0.043<br>0.0405556<br>0.0422222<br>0.0404444<br>0.0417778<br>0.0405556<br>0.0418889<br>0.0427778<br>0.0423333     | 0.0414667        | 1.54677e-06 |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.148333<br>0.150333<br>0.147222<br>0.147667<br>0.147111<br>0.147667<br>0.146222<br>0.143111<br>0.149111<br>0.150222           | 0.1477           | 4.38953e-06 |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.109<br>0.114333<br>0.112556<br>0.112556<br>0.117667<br>0.111889<br>0.110111<br>0.111111<br>0.113111<br>0.111                 | 0.112333         | 5.8522e-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                              | 0.00755556<br>0.00722222<br>0.009<br>0.00711111<br>0.00788889<br>0.00744444<br>0.00855556<br>0.00622222<br>0.00722222<br>0.00788889 | 0.00761111       | 6.09742e-07 |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.007<br>0.00533333<br>0.00577778<br>0.00755556<br>0.00588889<br>0.00544444<br>0.00777778<br>0.00611111<br>0.00577778<br>0.00477778 | 0.00614445       | 9.71333e-07 |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0187778<br>0.0197778<br>0.0207778<br>0.0198889<br>0.0193333<br>0.0227778<br>0.0204444<br>0.0183333<br>0.0195556<br>0.0182222      | 0.0197889        | 1.80099e-06 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.00733333<br>0.00733333<br>0.00788889<br>0.00944444<br>0.00777778<br>0.007<br>0.00722222<br>0.00722222<br>0.00688889<br>0.008      | 0.00761111       | 5.52125e-07 |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.119111<br>0.116556<br>0.116667<br>0.117444<br>0.118111<br>0.119778<br>0.119778<br>0.117889<br>0.119111<br>0.120778                | 0.118522         | 1.99737e-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   | 0.0885556<br>0.0877778<br>0.0883333<br>0.0893333<br>0.0905556<br>0.0891111<br>0.0883333<br>0.091<br>0.0868889<br>0.0871111     | 0.0887           | 1.80536e-06 |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0817778<br>0.0777778<br>0.0782222<br>0.0782222<br>0.0748889<br>0.0767778<br>0.0762222<br>0.0776667<br>0.0761111<br>0.0762222 | 0.0773889        | 3.5398e-06  |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.064<br>0.0632222<br>0.062<br>0.0601111<br>0.0601111<br>0.0615556<br>0.0641111<br>0.0645556<br>0.0645556<br>0.0611111         | 0.0625333        | 3.14352e-06 |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0742222<br>0.0728889<br>0.0713333<br>0.073<br>0.0751111<br>0.0743333<br>0.0743333<br>0.0752222<br>0.0756667<br>0.0756667     | 0.0741778        | 1.95394e-06 |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0516667<br>0.0517778<br>0.054<br>0.0491111<br>0.0513333<br>0.0503333<br>0.0498889<br>0.0507778<br>0.0487778<br>0.0552222     | 0.0512889        | 4.15416e-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                             | 0.151667<br>0.148<br>0.152444<br>0.150889<br>0.149<br>0.148556<br>0.149222<br>0.149222<br>0.147111<br>0.147556             | 0.149367         | 3.12742e-06 |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.116111<br>0.110667<br>0.115778<br>0.118778<br>0.112667<br>0.113333<br>0.113889<br>0.114444<br>0.114444<br>0.116889       | 0.1147           | 5.29227e-06 |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.051<br>0.0551111<br>0.0497778<br>0.0523333<br>0.0515556<br>0.055<br>0.0574444<br>0.0524444<br>0.0568889<br>0.0555556     | 0.0537111        | 6.89215e-06 |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0448889<br>0.0436667<br>0.0461111<br>0.0465556<br>0.0441111<br>0.0465556<br>0.0425556<br>0.042<br>0.0434444<br>0.0433333 | 0.0443222        | 2.69263e-06 |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0578889<br>0.0593333<br>0.0591111<br>0.0578889<br>0.0596667<br>0.0575556<br>0.0572222<br>0.06<br>0.0586667<br>0.0552222  | 0.0582556        | 2.01387e-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 | 0.0378889<br>0.0385556<br>0.0366667<br>0.0381111<br>0.0404444<br>0.0382222<br>0.039<br>0.0417778<br>0.0363333<br>0.0386667               | 0.0385667        | 2.60206e-06 |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.139<br>0.140111<br>0.142667<br>0.141778<br>0.144444<br>0.141556<br>0.141333<br>0.142444<br>0.141778<br>0.140667                        | 0.141578         | 2.21316e-06 |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.109111<br>0.109222<br>0.106<br>0.107556<br>0.104333<br>0.106333<br>0.108889<br>0.106222<br>0.108556<br>0.105444                        | 0.107167         | 2.99987e-06 |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.00511111<br>0.00533333<br>0.00488889<br>0.00611111<br>0.00588889<br>0.00522222<br>0.00466667<br>0.00622222<br>0.00633333<br>0.00766667 | 0.00574444       | 7.95748e-07 |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.00522222<br>0.005<br>0.006<br>0.00511111<br>0.006<br>0.00377778<br>0.00533333<br>0.00544444<br>0.00544444<br>0.00477778                | 0.00521111       | 4.07269e-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                             | 0.0154444<br>0.017<br>0.014<br>0.0145556<br>0.0142222<br>0.0146667<br>0.0142222<br>0.0132222<br>0.0141111<br>0.0146667              | 0.0146111        | 1.0295e-06  |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.00566667<br>0.00577778<br>0.00466667<br>0.00366667<br>0.00566667<br>0.00555556<br>0.00488889<br>0.00644444<br>0.00588889<br>0.006 | 0.00542222       | 6.44168e-07 |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.114444<br>0.113667<br>0.112333<br>0.113111<br>0.110889<br>0.111556<br>0.112556<br>0.112889<br>0.115222<br>0.111778                | 0.112844         | 1.76966e-06 |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0852222<br>0.085<br>0.0827778<br>0.0845556<br>0.0835556<br>0.0838889<br>0.0853333<br>0.087<br>0.0855556<br>0.0816667              | 0.0844556        | 2.34139e-06 |

## 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>0.01 | 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 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<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>0.01<br>0<br>0 | 0.001            | 1e-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   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 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>0.18<br>0.19<br>0.16<br>0.22<br>0.22<br>0.15<br>0.15<br>0.19<br>0.17 | 0.186            | 0.000871111 |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.28<br>0.3<br>0.39<br>0.3<br>0.27<br>0.31<br>0.4<br>0.28<br>0.28<br>0.21    | 0.302            | 0.00315111  |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.02<br>0<br>0<br>0.02<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                              | 0.004            | 7.11111e-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 | 0.18<br>0.11<br>0.15<br>0.11<br>0.12<br>0.09<br>0.06<br>0.11<br>0.08<br>0.14 | 0.115            | 0.00122778 |
| 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 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>0.01<br>0<br>0.01<br>0<br>0<br>0           | 0.002            | 1.77778e-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<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<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>0.01<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 |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-----------|
| 26                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида  | 0.01<br>0<br>0<br>0<br>0.01<br>0.02<br>0<br>0<br>0<br>0.01 | 0.005            | 5e-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 лучшего индивида | 0.01<br>0<br>0.02<br>0<br>0.02<br>0<br>0.02<br>0<br>0<br>0 | 0.007            | 9e-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 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                              | 0.48<br>0.54<br>0.46<br>0.5<br>0.51<br>0.47<br>0.51<br>0.52<br>0.49<br>0.48 | 0.496            | 0.000604444 |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.57<br>0.6<br>0.61<br>0.51<br>0.6<br>0.61<br>0.54<br>0.58<br>0.57<br>0.63  | 0.582            | 0.00130667  |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.12<br>0.14<br>0.1<br>0.07<br>0.08<br>0.04<br>0.1<br>0.16<br>0.12<br>0.12  | 0.105            | 0.00122778  |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.52<br>0.49<br>0.46<br>0.36<br>0.49<br>0.49<br>0.53<br>0.55<br>0.5<br>0.48 | 0.487            | 0.00266778  |
| 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>0.01<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0.01<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   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 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>0.01<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  | 0.02<br>0.02<br>0<br>0.02<br>0.01<br>0<br>0<br>0.02<br>0<br>0 | 0.009            | 9.88889e-05 |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное 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       |
| 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<br>0.01<br>0.03<br>0.01<br>0<br>0.01<br>0.01<br>0                 | 0.009            | 7.66667e-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                               | 0.65<br>0.58<br>0.69<br>0.55<br>0.6<br>0.64<br>0.67<br>0.57<br>0.54<br>0.47 | 0.596            | 0.00458222  |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.63<br>0.61<br>0.59<br>0.63<br>0.55<br>0.72<br>0.6<br>0.62<br>0.62<br>0.65 | 0.622            | 0.00192889  |
| 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                             | 0.15<br>0.12<br>0.17<br>0.25<br>0.22<br>0.21<br>0.23<br>0.24<br>0.17<br>0.15 | 0.191            | 0.00198778 |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.58<br>0.59<br>0.64<br>0.71<br>0.57<br>0.61<br>0.61<br>0.54<br>0.58<br>0.54 | 0.597            | 0.00253444 |
| 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          |

## 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>  | 15.12.2013 22:29:31.   |
| <b>Дата создания исследования:</b>  | 15.12.2013 22:29:31.   |
| <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                              | 0.1056<br>0.1047<br>0.1037<br>0.103<br>0.1029<br>0.105<br>0.1021<br>0.1064<br>0.1061<br>0.105    | 0.10445          | 2.12278e-06 |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0869<br>0.0847<br>0.0868<br>0.0836<br>0.0847<br>0.0892<br>0.0863<br>0.0864<br>0.0848<br>0.0863 | 0.08597          | 2.51122e-06 |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.1049<br>0.1043<br>0.1025<br>0.1027<br>0.1<br>0.1018<br>0.1023<br>0.1033<br>0.1043<br>0.0977    | 0.10238          | 4.73289e-06 |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0718<br>0.0746<br>0.0731<br>0.0755<br>0.0742<br>0.0719<br>0.075<br>0.0745<br>0.0714<br>0.0735  | 0.07355          | 2.105e-06   |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1705<br>0.1713<br>0.1699<br>0.1705<br>0.169<br>0.1698<br>0.1705<br>0.1714<br>0.1725<br>0.1659  | 0.17013          | 3.149e-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 | 0.1314<br>0.1287<br>0.1326<br>0.1294<br>0.1275<br>0.1271<br>0.1322<br>0.129<br>0.1332<br>0.1304  | 0.13015          | 4.605e-06   |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0765<br>0.0805<br>0.0785<br>0.0775<br>0.0792<br>0.0795<br>0.0779<br>0.078<br>0.0814<br>0.0814  | 0.07904          | 2.77822e-06 |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0649<br>0.0654<br>0.0678<br>0.067<br>0.0655<br>0.0639<br>0.063<br>0.0643<br>0.0655<br>0.0643   | 0.06516          | 2.04933e-06 |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0854<br>0.0891<br>0.0881<br>0.0813<br>0.0853<br>0.0865<br>0.0823<br>0.0848<br>0.0862<br>0.0865 | 0.08555          | 5.62278e-06 |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0594<br>0.0588<br>0.0621<br>0.0626<br>0.0564<br>0.0595<br>0.0622<br>0.0604<br>0.0611<br>0.0602 | 0.06027          | 3.52233e-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                             | 0.1633<br>0.1668<br>0.1639<br>0.1643<br>0.1645<br>0.1641<br>0.1634<br>0.1613<br>0.1624<br>0.1642 | 0.16382          | 2.06844e-06 |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1234<br>0.1227<br>0.126<br>0.1235<br>0.1259<br>0.122<br>0.123<br>0.122<br>0.1201<br>0.123      | 0.12316          | 3.11822e-06 |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.0146<br>0.015<br>0.0159<br>0.015<br>0.0185<br>0.0163<br>0.0139<br>0.0151<br>0.0158<br>0.0162   | 0.01563          | 1.58233e-06 |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.012<br>0.0133<br>0.012<br>0.0115<br>0.0131<br>0.0122<br>0.013<br>0.0142<br>0.0129<br>0.013     | 0.01272          | 6.28444e-07 |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.041<br>0.0417<br>0.0423<br>0.0396<br>0.0365<br>0.0421<br>0.0394<br>0.0379<br>0.0388<br>0.0403  | 0.03996          | 3.58711e-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 | 0.0179<br>0.0195<br>0.0186<br>0.0201<br>0.0199<br>0.0185<br>0.0206<br>0.0195<br>0.0193<br>0.0215 | 0.01954          | 1.12489e-06 |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1416<br>0.1404<br>0.1384<br>0.141<br>0.1388<br>0.1416<br>0.1393<br>0.1389<br>0.1386<br>0.1411  | 0.13997          | 1.68233e-06 |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1056<br>0.1053<br>0.1058<br>0.1078<br>0.1021<br>0.1017<br>0.1042<br>0.1063<br>0.1051<br>0.1024 | 0.10463          | 3.99567e-06 |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0.0861<br>0.0857<br>0.0844<br>0.0887<br>0.082<br>0.085<br>0.0843<br>0.0864<br>0.0864<br>0.0873   | 0.08563          | 3.38678e-06 |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.0693<br>0.0666<br>0.0705<br>0.0696<br>0.0694<br>0.0682<br>0.0727<br>0.0705<br>0.0707<br>0.0738 | 0.07013          | 4.26233e-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                             | 0.0798<br>0.0808<br>0.0788<br>0.0809<br>0.0798<br>0.0788<br>0.0819<br>0.0816<br>0.0801<br>0.0814 | 0.08039          | 1.22544e-06 |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0557<br>0.058<br>0.0555<br>0.0566<br>0.0556<br>0.0544<br>0.055<br>0.056<br>0.0559<br>0.0595    | 0.05622          | 2.244e-06   |
| 23                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1518<br>0.152<br>0.15<br>0.1509<br>0.151<br>0.1507<br>0.1504<br>0.1517<br>0.1514<br>0.1511     | 0.1511           | 4.06667e-07 |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.121<br>0.1201<br>0.1182<br>0.119<br>0.119<br>0.1192<br>0.1215<br>0.1174<br>0.1152<br>0.1178    | 0.11884          | 3.36933e-06 |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0582<br>0.0587<br>0.062<br>0.0577<br>0.0607<br>0.0615<br>0.0616<br>0.0613<br>0.0615<br>0.0576  | 0.06008          | 3.23956e-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 лучшего индивида  | 0.0497<br>0.05<br>0.0525<br>0.0503<br>0.0485<br>0.0494<br>0.05<br>0.0493<br>0.0502<br>0.0497     | 0.04996          | 1.07156e-06 |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                          | 0.0628<br>0.0632<br>0.0601<br>0.0645<br>0.0613<br>0.0632<br>0.0634<br>0.0624<br>0.0642<br>0.0609 | 0.0626           | 2.04889e-06 |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.0429<br>0.043<br>0.0426<br>0.0448<br>0.0434<br>0.0408<br>0.0434<br>0.0421<br>0.0414<br>0.0431  | 0.04275          | 1.25833e-06 |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                          | 0.1436<br>0.1451<br>0.1432<br>0.146<br>0.1458<br>0.1434<br>0.1473<br>0.1465<br>0.1425<br>0.145   | 0.14484          | 2.54933e-06 |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.1134<br>0.1134<br>0.1131<br>0.1072<br>0.1146<br>0.1133<br>0.1135<br>0.1131<br>0.1122<br>0.1126 | 0.11264          | 4.04267e-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                              | 0.0072<br>0.0055<br>0.0075<br>0.0066<br>0.0057<br>0.0061<br>0.0048<br>0.0063<br>0.0072<br>0.0059 | 0.00628          | 7.32889e-07 |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0071<br>0.0057<br>0.005<br>0.0049<br>0.0054<br>0.0059<br>0.0056<br>0.0054<br>0.0058<br>0.0066  | 0.00574          | 4.58222e-07 |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0169<br>0.017<br>0.017<br>0.0181<br>0.0178<br>0.0174<br>0.0185<br>0.0154<br>0.0173<br>0.0166   | 0.0172           | 7.42222e-07 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0072<br>0.0066<br>0.0067<br>0.0061<br>0.0069<br>0.0071<br>0.0065<br>0.0068<br>0.007<br>0.0071  | 0.0068           | 1.13333e-07 |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1149<br>0.1166<br>0.1149<br>0.116<br>0.114<br>0.1158<br>0.1162<br>0.114<br>0.1166<br>0.1173    | 0.11563          | 1.28233e-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   | 0.0896<br>0.0861<br>0.086<br>0.0869<br>0.0864<br>0.087<br>0.0845<br>0.0859<br>0.0855<br>0.0849   | 0.08628          | 1.98622e-06 |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0795<br>0.0855<br>0.083<br>0.0801<br>0.0832<br>0.0787<br>0.0762<br>0.0832<br>0.0814<br>0.0807  | 0.08115          | 7.26056e-06 |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0659<br>0.0682<br>0.0643<br>0.0655<br>0.067<br>0.0665<br>0.0686<br>0.0654<br>0.0638<br>0.0643  | 0.06595          | 2.67389e-06 |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0745<br>0.0733<br>0.0744<br>0.0764<br>0.0769<br>0.0751<br>0.072<br>0.0743<br>0.0757<br>0.0727  | 0.07453          | 2.46011e-06 |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0524<br>0.0495<br>0.0525<br>0.0524<br>0.0539<br>0.0521<br>0.0525<br>0.0495<br>0.0497<br>0.0517 | 0.05162          | 2.31956e-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                             | 0.1485<br>0.1426<br>0.1492<br>0.1495<br>0.1488<br>0.1479<br>0.1462<br>0.1475<br>0.1491<br>0.1478 | 0.14771          | 4.18322e-06 |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1156<br>0.1164<br>0.1132<br>0.1148<br>0.1155<br>0.1139<br>0.1171<br>0.1152<br>0.1142<br>0.1143 | 0.11502          | 1.404e-06   |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0567<br>0.0538<br>0.0589<br>0.0538<br>0.0548<br>0.0568<br>0.0551<br>0.0551<br>0.0543<br>0.056  | 0.05553          | 2.55122e-06 |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0445<br>0.048<br>0.0434<br>0.044<br>0.0471<br>0.0482<br>0.0477<br>0.0494<br>0.0457<br>0.0485   | 0.04665          | 4.40278e-06 |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0541<br>0.0575<br>0.0585<br>0.059<br>0.062<br>0.0585<br>0.0589<br>0.0562<br>0.0589<br>0.0564   | 0.058            | 4.48667e-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 | 0.038<br>0.0407<br>0.0375<br>0.0388<br>0.0386<br>0.0382<br>0.0403<br>0.0394<br>0.0399<br>0.0401  | 0.03915          | 1.18056e-06 |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1406<br>0.1365<br>0.1394<br>0.1416<br>0.1414<br>0.1431<br>0.1403<br>0.1385<br>0.1406<br>0.1397 | 0.14017          | 3.289e-06   |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1083<br>0.1083<br>0.1081<br>0.1075<br>0.1066<br>0.1076<br>0.1066<br>0.1058<br>0.1072<br>0.105  | 0.1071           | 1.21111e-06 |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.0055<br>0.005<br>0.005<br>0.0063<br>0.0049<br>0.0059<br>0.0068<br>0.0062<br>0.0064<br>0.0055   | 0.00575          | 4.47222e-07 |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.005<br>0.0041<br>0.0048<br>0.0058<br>0.0046<br>0.0036<br>0.0042<br>0.0043<br>0.005<br>0.0032   | 0.00446          | 5.62667e-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                             | 0.0134<br>0.0134<br>0.0121<br>0.0125<br>0.0133<br>0.0136<br>0.0121<br>0.0117<br>0.0133<br>0.0124 | 0.01278          | 4.77333e-07 |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0043<br>0.0047<br>0.0048<br>0.005<br>0.0042<br>0.0042<br>0.004<br>0.0046<br>0.0047<br>0.0043   | 0.00448          | 1.04e-07    |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1075<br>0.1113<br>0.1073<br>0.1088<br>0.111<br>0.1069<br>0.1109<br>0.1073<br>0.1096<br>0.1058  | 0.10864          | 3.85378e-06 |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0835<br>0.0817<br>0.081<br>0.0835<br>0.0812<br>0.0797<br>0.083<br>0.0824<br>0.0818<br>0.0806   | 0.08184          | 1.60267e-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                              | 0.1056<br>0.1047<br>0.1037<br>0.103<br>0.1029<br>0.105<br>0.1021<br>0.1064<br>0.1061<br>0.105    | 0.10445          | 2.12278e-06 |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0869<br>0.0847<br>0.0868<br>0.0836<br>0.0847<br>0.0892<br>0.0863<br>0.0864<br>0.0848<br>0.0863 | 0.08597          | 2.51122e-06 |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.1049<br>0.1043<br>0.1025<br>0.1027<br>0.1<br>0.1018<br>0.1023<br>0.1033<br>0.1043<br>0.0977    | 0.10238          | 4.73289e-06 |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0718<br>0.0746<br>0.0731<br>0.0755<br>0.0742<br>0.0719<br>0.075<br>0.0745<br>0.0714<br>0.0735  | 0.07355          | 2.105e-06   |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1705<br>0.1713<br>0.1699<br>0.1705<br>0.169<br>0.1698<br>0.1705<br>0.1714<br>0.1725<br>0.1659  | 0.17013          | 3.149e-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 | 0.1314<br>0.1287<br>0.1326<br>0.1294<br>0.1275<br>0.1271<br>0.1322<br>0.129<br>0.1332<br>0.1304  | 0.13015          | 4.605e-06   |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0765<br>0.0805<br>0.0785<br>0.0775<br>0.0792<br>0.0795<br>0.0779<br>0.078<br>0.0814<br>0.0814  | 0.07904          | 2.77822e-06 |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0649<br>0.0654<br>0.0678<br>0.067<br>0.0655<br>0.0639<br>0.063<br>0.0643<br>0.0655<br>0.0643   | 0.06516          | 2.04933e-06 |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0854<br>0.0891<br>0.0881<br>0.0813<br>0.0853<br>0.0865<br>0.0823<br>0.0848<br>0.0862<br>0.0865 | 0.08555          | 5.62278e-06 |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0594<br>0.0588<br>0.0621<br>0.0626<br>0.0564<br>0.0595<br>0.0622<br>0.0604<br>0.0611<br>0.0602 | 0.06027          | 3.52233e-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                             | 0.1633<br>0.1668<br>0.1639<br>0.1643<br>0.1645<br>0.1641<br>0.1634<br>0.1613<br>0.1624<br>0.1642 | 0.16382          | 2.06844e-06 |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1234<br>0.1227<br>0.126<br>0.1235<br>0.1259<br>0.122<br>0.123<br>0.122<br>0.1201<br>0.123      | 0.12316          | 3.11822e-06 |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.0146<br>0.015<br>0.0159<br>0.015<br>0.0185<br>0.0163<br>0.0139<br>0.0151<br>0.0158<br>0.0162   | 0.01563          | 1.58233e-06 |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.012<br>0.0133<br>0.012<br>0.0115<br>0.0131<br>0.0122<br>0.013<br>0.0142<br>0.0129<br>0.013     | 0.01272          | 6.28444e-07 |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.041<br>0.0417<br>0.0423<br>0.0396<br>0.0365<br>0.0421<br>0.0394<br>0.0379<br>0.0388<br>0.0403  | 0.03996          | 3.58711e-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 | 0.0179<br>0.0195<br>0.0186<br>0.0201<br>0.0199<br>0.0185<br>0.0206<br>0.0195<br>0.0193<br>0.0215 | 0.01954          | 1.12489e-06 |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1416<br>0.1404<br>0.1384<br>0.141<br>0.1388<br>0.1416<br>0.1393<br>0.1389<br>0.1386<br>0.1411  | 0.13997          | 1.68233e-06 |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1056<br>0.1053<br>0.1058<br>0.1078<br>0.1021<br>0.1017<br>0.1042<br>0.1063<br>0.1051<br>0.1024 | 0.10463          | 3.99567e-06 |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0.0861<br>0.0857<br>0.0844<br>0.0887<br>0.082<br>0.085<br>0.0843<br>0.0864<br>0.0864<br>0.0873   | 0.08563          | 3.38678e-06 |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.0693<br>0.0666<br>0.0705<br>0.0696<br>0.0694<br>0.0682<br>0.0727<br>0.0705<br>0.0707<br>0.0738 | 0.07013          | 4.26233e-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                             | 0.0798<br>0.0808<br>0.0788<br>0.0809<br>0.0798<br>0.0788<br>0.0819<br>0.0816<br>0.0801<br>0.0814 | 0.08039          | 1.22544e-06 |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0557<br>0.058<br>0.0555<br>0.0566<br>0.0556<br>0.0544<br>0.055<br>0.056<br>0.0559<br>0.0595    | 0.05622          | 2.244e-06   |
| 23                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1518<br>0.152<br>0.15<br>0.1509<br>0.151<br>0.1507<br>0.1504<br>0.1517<br>0.1514<br>0.1511     | 0.1511           | 4.06667e-07 |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.121<br>0.1201<br>0.1182<br>0.119<br>0.119<br>0.1192<br>0.1215<br>0.1174<br>0.1152<br>0.1178    | 0.11884          | 3.36933e-06 |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0582<br>0.0587<br>0.062<br>0.0577<br>0.0607<br>0.0615<br>0.0616<br>0.0613<br>0.0615<br>0.0576  | 0.06008          | 3.23956e-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 лучшего индивида  | 0.0497<br>0.05<br>0.0525<br>0.0503<br>0.0485<br>0.0494<br>0.05<br>0.0493<br>0.0502<br>0.0497     | 0.04996          | 1.07156e-06 |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                          | 0.0628<br>0.0632<br>0.0601<br>0.0645<br>0.0613<br>0.0632<br>0.0634<br>0.0624<br>0.0642<br>0.0609 | 0.0626           | 2.04889e-06 |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.0429<br>0.043<br>0.0426<br>0.0448<br>0.0434<br>0.0408<br>0.0434<br>0.0421<br>0.0414<br>0.0431  | 0.04275          | 1.25833e-06 |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                          | 0.1436<br>0.1451<br>0.1432<br>0.146<br>0.1458<br>0.1434<br>0.1473<br>0.1465<br>0.1425<br>0.145   | 0.14484          | 2.54933e-06 |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.1134<br>0.1134<br>0.1131<br>0.1072<br>0.1146<br>0.1133<br>0.1135<br>0.1131<br>0.1122<br>0.1126 | 0.11264          | 4.04267e-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                              | 0.0072<br>0.0055<br>0.0075<br>0.0066<br>0.0057<br>0.0061<br>0.0048<br>0.0063<br>0.0072<br>0.0059 | 0.00628          | 7.32889e-07 |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0071<br>0.0057<br>0.005<br>0.0049<br>0.0054<br>0.0059<br>0.0056<br>0.0054<br>0.0058<br>0.0066  | 0.00574          | 4.58222e-07 |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0169<br>0.017<br>0.017<br>0.0181<br>0.0178<br>0.0174<br>0.0185<br>0.0154<br>0.0173<br>0.0166   | 0.0172           | 7.42222e-07 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0072<br>0.0066<br>0.0067<br>0.0061<br>0.0069<br>0.0071<br>0.0065<br>0.0068<br>0.007<br>0.0071  | 0.0068           | 1.13333e-07 |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1149<br>0.1166<br>0.1149<br>0.116<br>0.114<br>0.1158<br>0.1162<br>0.114<br>0.1166<br>0.1173    | 0.11563          | 1.28233e-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   | 0.0896<br>0.0861<br>0.086<br>0.0869<br>0.0864<br>0.087<br>0.0845<br>0.0859<br>0.0855<br>0.0849   | 0.08628          | 1.98622e-06 |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0795<br>0.0855<br>0.083<br>0.0801<br>0.0832<br>0.0787<br>0.0762<br>0.0832<br>0.0814<br>0.0807  | 0.08115          | 7.26056e-06 |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0659<br>0.0682<br>0.0643<br>0.0655<br>0.067<br>0.0665<br>0.0686<br>0.0654<br>0.0638<br>0.0643  | 0.06595          | 2.67389e-06 |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0745<br>0.0733<br>0.0744<br>0.0764<br>0.0769<br>0.0751<br>0.072<br>0.0743<br>0.0757<br>0.0727  | 0.07453          | 2.46011e-06 |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0524<br>0.0495<br>0.0525<br>0.0524<br>0.0539<br>0.0521<br>0.0525<br>0.0495<br>0.0497<br>0.0517 | 0.05162          | 2.31956e-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                             | 0.1485<br>0.1426<br>0.1492<br>0.1495<br>0.1488<br>0.1479<br>0.1462<br>0.1475<br>0.1491<br>0.1478 | 0.14771          | 4.18322e-06 |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1156<br>0.1164<br>0.1132<br>0.1148<br>0.1155<br>0.1139<br>0.1171<br>0.1152<br>0.1142<br>0.1143 | 0.11502          | 1.404e-06   |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0567<br>0.0538<br>0.0589<br>0.0538<br>0.0548<br>0.0568<br>0.0551<br>0.0551<br>0.0543<br>0.056  | 0.05553          | 2.55122e-06 |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0445<br>0.048<br>0.0434<br>0.044<br>0.0471<br>0.0482<br>0.0477<br>0.0494<br>0.0457<br>0.0485   | 0.04665          | 4.40278e-06 |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0541<br>0.0575<br>0.0585<br>0.059<br>0.062<br>0.0585<br>0.0589<br>0.0562<br>0.0589<br>0.0564   | 0.058            | 4.48667e-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 | 0.038<br>0.0407<br>0.0375<br>0.0388<br>0.0386<br>0.0382<br>0.0403<br>0.0394<br>0.0399<br>0.0401  | 0.03915          | 1.18056e-06 |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1406<br>0.1365<br>0.1394<br>0.1416<br>0.1414<br>0.1431<br>0.1403<br>0.1385<br>0.1406<br>0.1397 | 0.14017          | 3.289e-06   |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1083<br>0.1083<br>0.1081<br>0.1075<br>0.1066<br>0.1076<br>0.1066<br>0.1058<br>0.1072<br>0.105  | 0.1071           | 1.21111e-06 |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.0055<br>0.005<br>0.005<br>0.0063<br>0.0049<br>0.0059<br>0.0068<br>0.0062<br>0.0064<br>0.0055   | 0.00575          | 4.47222e-07 |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.005<br>0.0041<br>0.0048<br>0.0058<br>0.0046<br>0.0036<br>0.0042<br>0.0043<br>0.005<br>0.0032   | 0.00446          | 5.62667e-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                             | 0.0134<br>0.0134<br>0.0121<br>0.0125<br>0.0133<br>0.0136<br>0.0121<br>0.0117<br>0.0133<br>0.0124 | 0.01278          | 4.77333e-07 |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0043<br>0.0047<br>0.0048<br>0.005<br>0.0042<br>0.0042<br>0.004<br>0.0046<br>0.0047<br>0.0043   | 0.00448          | 1.04e-07    |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1075<br>0.1113<br>0.1073<br>0.1088<br>0.111<br>0.1069<br>0.1109<br>0.1073<br>0.1096<br>0.1058  | 0.10864          | 3.85378e-06 |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0835<br>0.0817<br>0.081<br>0.0835<br>0.0812<br>0.0797<br>0.083<br>0.0824<br>0.0818<br>0.0806   | 0.08184          | 1.60267e-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   | 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                               | 0.22<br>0.19<br>0.17<br>0.19<br>0.15<br>0.18<br>0.28<br>0.23<br>0.19<br>0.18 | 0.198            | 0.00135111  |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.32<br>0.25<br>0.27<br>0.28<br>0.29<br>0.31<br>0.3<br>0.22<br>0.3<br>0.26   | 0.28             | 0.000933333 |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0<br>0<br>0.01<br>0<br>0.02<br>0<br>0<br>0<br>0.02<br>0.02                   | 0.007            | 9e-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  |
|--------------------------------------|---|--|------------------|------------|
| 16                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.18<br>0.07<br>0.13<br>0.08<br>0.04<br>0.09<br>0.07<br>0.07<br>0.12<br>0.05 | 0.09             | 0.00177778 |
| 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 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<br>0<br>0<br>0<br>0.02 | 0.003            | 4.55556e-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 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                              | 0.5<br>0.54<br>0.41<br>0.55<br>0.58<br>0.52<br>0.65<br>0.54<br>0.47<br>0.55  | 0.531            | 0.00409889 |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.46<br>0.56<br>0.62<br>0.58<br>0.55<br>0.54<br>0.54<br>0.57<br>0.55<br>0.5  | 0.547            | 0.00189    |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.11<br>0.12<br>0.14<br>0.09<br>0.08<br>0.07<br>0.04<br>0.16<br>0.09<br>0.15 | 0.105            | 0.00145    |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.45<br>0.53<br>0.57<br>0.52<br>0.49<br>0.44<br>0.46<br>0.5<br>0.47<br>0.48  | 0.491            | 0.00161    |
| 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<br>0.01<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<br>0<br>0.01<br>0.01<br>0       | 0.002            | 1.77778e-05 |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.01<br>0<br>0.01<br>0.01<br>0.01<br>0<br>0<br>0<br>0 | 0.004            | 2.66667e-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 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<br>0.02<br>0<br>0.01<br>0<br>0.01<br>0                           | 0.004            | 4.88889e-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                               | 0.62<br>0.62<br>0.59<br>0.56<br>0.62<br>0.51<br>0.49<br>0.56<br>0.51<br>0.57 | 0.565            | 0.00238333  |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.61<br>0.69<br>0.62<br>0.54<br>0.64<br>0.68<br>0.66<br>0.65<br>0.57<br>0.7  | 0.636            | 0.00269333  |
| 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                             | 0.24<br>0.17<br>0.19<br>0.19<br>0.17<br>0.18<br>0.23<br>0.31<br>0.15<br>0.25 | 0.208            | 0.00237333 |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.66<br>0.58<br>0.59<br>0.62<br>0.64<br>0.66<br>0.65<br>0.66<br>0.63<br>0.68 | 0.637            | 0.00104556 |
| 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>  | 15.12.2013 22:43:28.   |
| <b>Дата создания исследования:</b>  | 15.12.2013 22:43:28.   |
| <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>  | 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                              | 0.1346<br>0.135<br>0.13685<br>0.13465<br>0.1312<br>0.13355<br>0.13515<br>0.1305<br>0.13905<br>0.13385 | 0.13444          | 6.12322e-06 |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.11985<br>0.1213<br>0.12095<br>0.1228<br>0.12495<br>0.12055<br>0.12065<br>0.1176<br>0.1194<br>0.12   | 0.120805         | 3.92469e-06 |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.12005<br>0.12055<br>0.1228<br>0.12125<br>0.1182<br>0.12025<br>0.1245<br>0.1197<br>0.1238<br>0.12125 | 0.121235         | 3.78892e-06 |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1011<br>0.09965<br>0.09985<br>0.0982<br>0.1006<br>0.10065<br>0.10125<br>0.1007<br>0.1003<br>0.10215 | 0.100445         | 1.12914e-06 |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.17385<br>0.173<br>0.1743<br>0.1761<br>0.17185<br>0.1727<br>0.17605<br>0.17255<br>0.17365<br>0.17575 | 0.17398          | 2.369e-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 | 0.14195<br>0.14395<br>0.1435<br>0.1398<br>0.14295<br>0.14425<br>0.14505<br>0.14385<br>0.1417<br>0.1435 | 0.14305          | 2.32222e-06 |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.10205<br>0.1049<br>0.1027<br>0.1069<br>0.1006<br>0.1011<br>0.1026<br>0.1036<br>0.1026<br>0.1036      | 0.103065         | 3.35336e-06 |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0936<br>0.0938<br>0.0959<br>0.0947<br>0.09505<br>0.09475<br>0.0962<br>0.09435<br>0.0957<br>0.09265   | 0.09467          | 1.239e-06   |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.1017<br>0.0983<br>0.09815<br>0.0998<br>0.0976<br>0.09535<br>0.09815<br>0.0982<br>0.0999<br>0.0991    | 0.098625         | 2.80014e-06 |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.08065<br>0.0802<br>0.0814<br>0.0782<br>0.08055<br>0.07975<br>0.0788<br>0.0791<br>0.0786<br>0.08085   | 0.07981          | 1.17767e-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                             | 0.1609<br>0.1639<br>0.16505<br>0.16285<br>0.16335<br>0.16245<br>0.16245<br>0.1609<br>0.16325<br>0.161 | 0.16261          | 1.90267e-06 |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1304<br>0.1308<br>0.13025<br>0.13005<br>0.1324<br>0.13255<br>0.1302<br>0.1311<br>0.13005<br>0.13075 | 0.130855         | 8.48028e-07 |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.0156<br>0.0134<br>0.0139<br>0.0145<br>0.0132<br>0.01525<br>0.0143<br>0.01385<br>0.0148<br>0.01505   | 0.014385         | 6.39472e-07 |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0129<br>0.01245<br>0.01445<br>0.01345<br>0.0135<br>0.01425<br>0.0118<br>0.0142<br>0.0127<br>0.01335 | 0.013305         | 7.32472e-07 |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.032<br>0.03345<br>0.0329<br>0.03215<br>0.0341<br>0.03305<br>0.0331<br>0.034<br>0.03305<br>0.0313    | 0.03291          | 7.74333e-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 | 0.0196<br>0.0184<br>0.0188<br>0.0182<br>0.0196<br>0.019<br>0.01715<br>0.01685<br>0.01755<br>0.01815     | 0.01833          | 9.04556e-07 |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1239<br>0.1232<br>0.1255<br>0.12585<br>0.12615<br>0.12455<br>0.12795<br>0.12375<br>0.12685<br>0.1242  | 0.12519          | 2.32378e-06 |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0946<br>0.09745<br>0.09445<br>0.09485<br>0.0957<br>0.09555<br>0.09555<br>0.0947<br>0.09505<br>0.09565 | 0.095355         | 7.59694e-07 |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0.11105<br>0.1072<br>0.111<br>0.10785<br>0.1075<br>0.10645<br>0.1078<br>0.1071<br>0.1064<br>0.1081      | 0.108045         | 2.77969e-06 |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.0996<br>0.0965<br>0.09865<br>0.0989<br>0.0986<br>0.1007<br>0.0978<br>0.0999<br>0.0968<br>0.09975      | 0.09872          | 1.85122e-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   |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-------------|
| 21                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.08895<br>0.08975<br>0.089<br>0.0895<br>0.09095<br>0.09035<br>0.0903<br>0.0882<br>0.089<br>0.0898      | 0.08958          | 6.71778e-07 |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0743<br>0.0744<br>0.07575<br>0.07575<br>0.0732<br>0.0765<br>0.07405<br>0.0742<br>0.0737<br>0.0749     | 0.074675         | 1.07236e-06 |
| 23                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.14435<br>0.14605<br>0.14265<br>0.1441<br>0.14285<br>0.1443<br>0.1452<br>0.14395<br>0.143<br>0.1447    | 0.144115         | 1.15225e-06 |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.12225<br>0.1209<br>0.12125<br>0.12085<br>0.1208<br>0.1209<br>0.11945<br>0.11875<br>0.12195<br>0.1192  | 0.12063          | 1.32733e-06 |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.07445<br>0.07635<br>0.07415<br>0.07155<br>0.07635<br>0.0739<br>0.0735<br>0.07665<br>0.07245<br>0.0762 | 0.074555         | 3.19081e-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 лучшего индивида  | 0.07195<br>0.0713<br>0.0686<br>0.0717<br>0.0692<br>0.07075<br>0.06885<br>0.06825<br>0.06855<br>0.07085 | 0.07             | 2.08389e-06 |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                          | 0.0648<br>0.0657<br>0.06715<br>0.06455<br>0.0672<br>0.06725<br>0.0639<br>0.0659<br>0.06855<br>0.06575  | 0.066075         | 2.09847e-06 |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.05345<br>0.0516<br>0.0557<br>0.05255<br>0.0544<br>0.0548<br>0.05495<br>0.05375<br>0.0531<br>0.05195  | 0.053625         | 1.82514e-06 |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                          | 0.12975<br>0.13035<br>0.1293<br>0.13225<br>0.131<br>0.13025<br>0.1307<br>0.1325<br>0.1309<br>0.1314    | 0.13084          | 1.02822e-06 |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.1061<br>0.10815<br>0.1063<br>0.10805<br>0.1099<br>0.10755<br>0.1083<br>0.1072<br>0.1074<br>0.10815   | 0.10771          | 1.17878e-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                              | 0.00345<br>0.00365<br>0.00365<br>0.0033<br>0.00375<br>0.0035<br>0.0026<br>0.00345<br>0.0039<br>0.0036  | 0.003485         | 1.25583e-07 |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0026<br>0.0039<br>0.0035<br>0.00395<br>0.0041<br>0.0037<br>0.00405<br>0.00355<br>0.0029<br>0.0038    | 0.003605         | 2.46361e-07 |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0059<br>0.00595<br>0.00565<br>0.00605<br>0.00495<br>0.00615<br>0.00635<br>0.00595<br>0.006<br>0.0063 | 0.005925         | 1.57917e-07 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0026<br>0.00355<br>0.00235<br>0.0026<br>0.0028<br>0.00225<br>0.0029<br>0.00335<br>0.00265<br>0.00235 | 0.00274          | 1.83222e-07 |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.0857<br>0.084<br>0.08625<br>0.08405<br>0.0852<br>0.08445<br>0.0856<br>0.0859<br>0.0846<br>0.0854     | 0.085115         | 6.28361e-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   | 0.06485<br>0.06475<br>0.0653<br>0.0658<br>0.06655<br>0.0664<br>0.0667<br>0.0667<br>0.06565<br>0.0666  | 0.06593          | 5.87889e-07 |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.1042<br>0.1071<br>0.1036<br>0.10395<br>0.10475<br>0.1059<br>0.1034<br>0.1055<br>0.106<br>0.10415    | 0.104855         | 1.47858e-06 |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0948<br>0.0967<br>0.09685<br>0.09585<br>0.0973<br>0.09685<br>0.0959<br>0.09525<br>0.0954<br>0.09685 | 0.096175         | 7.15139e-07 |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.08595<br>0.086<br>0.08715<br>0.08435<br>0.0864<br>0.08515<br>0.08605<br>0.0855<br>0.0871<br>0.08635 | 0.086            | 7.23889e-07 |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.07105<br>0.07285<br>0.0719<br>0.07175<br>0.0693<br>0.07225<br>0.0703<br>0.0695<br>0.07155<br>0.0713 | 0.071175         | 1.34181e-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   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 41                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1406<br>0.14105<br>0.14125<br>0.1412<br>0.14145<br>0.1414<br>0.14265<br>0.1415<br>0.1422<br>0.1421  | 0.14154          | 3.70444e-07 |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1169<br>0.11765<br>0.11745<br>0.1176<br>0.1175<br>0.11675<br>0.1181<br>0.11635<br>0.11695<br>0.1185 | 0.117375         | 4.20694e-07 |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.07475<br>0.07415<br>0.0698<br>0.07335<br>0.07495<br>0.0722<br>0.0714<br>0.07435<br>0.073<br>0.07305 | 0.0731           | 2.60833e-06 |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.06555<br>0.06985<br>0.0696<br>0.0676<br>0.0674<br>0.06815<br>0.06755<br>0.0662<br>0.0685<br>0.06865 | 0.067905         | 1.83914e-06 |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.064<br>0.0628<br>0.0625<br>0.0608<br>0.06295<br>0.06155<br>0.0601<br>0.06345<br>0.0617<br>0.06155   | 0.06214          | 1.47156e-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 | 0.0521<br>0.0516<br>0.05075<br>0.0502<br>0.0507<br>0.0521<br>0.0506<br>0.05085<br>0.05195<br>0.0513     | 0.051215         | 4.76139e-07 |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1264<br>0.12505<br>0.12745<br>0.12775<br>0.1268<br>0.12765<br>0.1286<br>0.12735<br>0.126<br>0.12585   | 0.12689          | 1.14156e-06 |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.10615<br>0.1055<br>0.1073<br>0.10375<br>0.10595<br>0.10855<br>0.10445<br>0.10735<br>0.1069<br>0.10715 | 0.106305         | 2.10636e-06 |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.00315<br>0.00315<br>0.00275<br>0.00265<br>0.0033<br>0.0037<br>0.00325<br>0.0033<br>0.0033<br>0.00265  | 0.00312          | 1.14556e-07 |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0032<br>0.0025<br>0.00315<br>0.00335<br>0.00355<br>0.0041<br>0.0029<br>0.00285<br>0.00295<br>0.0035   | 0.003205         | 2.01361e-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                             | 0.005<br>0.00445<br>0.00465<br>0.00475<br>0.0049<br>0.005<br>0.00465<br>0.0049<br>0.005<br>0.0052       | 0.00485          | 4.94444e-08 |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.00285<br>0.00225<br>0.0018<br>0.00325<br>0.0023<br>0.0025<br>0.00275<br>0.00215<br>0.00245<br>0.00235 | 0.002465         | 1.63917e-07 |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.08035<br>0.08065<br>0.0812<br>0.08305<br>0.0822<br>0.08015<br>0.0822<br>0.08225<br>0.0816<br>0.07865  | 0.08123          | 1.70067e-06 |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0627<br>0.0634<br>0.0614<br>0.06065<br>0.06305<br>0.06295<br>0.0628<br>0.06275<br>0.06225<br>0.06185  | 0.06238          | 7.20111e-07 |

#### 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                              | 0.1346<br>0.135<br>0.13685<br>0.13465<br>0.1312<br>0.13355<br>0.13515<br>0.1305<br>0.13905<br>0.13385 | 0.13444          | 6.12322e-06 |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.11985<br>0.1213<br>0.12095<br>0.1228<br>0.12495<br>0.12055<br>0.12065<br>0.1176<br>0.1194<br>0.12   | 0.120805         | 3.92469e-06 |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.12005<br>0.12055<br>0.1228<br>0.12125<br>0.1182<br>0.12025<br>0.1245<br>0.1197<br>0.1238<br>0.12125 | 0.121235         | 3.78892e-06 |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1011<br>0.09965<br>0.09985<br>0.0982<br>0.1006<br>0.10065<br>0.10125<br>0.1007<br>0.1003<br>0.10215 | 0.100445         | 1.12914e-06 |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.17385<br>0.173<br>0.1743<br>0.1761<br>0.17185<br>0.1727<br>0.17605<br>0.17255<br>0.17365<br>0.17575 | 0.17398          | 2.369e-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 | 0.14195<br>0.14395<br>0.1435<br>0.1398<br>0.14295<br>0.14425<br>0.14505<br>0.14385<br>0.1417<br>0.1435 | 0.14305          | 2.32222e-06 |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.10205<br>0.1049<br>0.1027<br>0.1069<br>0.1006<br>0.1011<br>0.1026<br>0.1036<br>0.1026<br>0.1036      | 0.103065         | 3.35336e-06 |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0936<br>0.0938<br>0.0959<br>0.0947<br>0.09505<br>0.09475<br>0.0962<br>0.09435<br>0.0957<br>0.09265   | 0.09467          | 1.239e-06   |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.1017<br>0.0983<br>0.09815<br>0.0998<br>0.0976<br>0.09535<br>0.09815<br>0.0982<br>0.0999<br>0.0991    | 0.098625         | 2.80014e-06 |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.08065<br>0.0802<br>0.0814<br>0.0782<br>0.08055<br>0.07975<br>0.0788<br>0.0791<br>0.0786<br>0.08085   | 0.07981          | 1.17767e-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                             | 0.1609<br>0.1639<br>0.16505<br>0.16285<br>0.16335<br>0.16245<br>0.16245<br>0.1609<br>0.16325<br>0.161 | 0.16261          | 1.90267e-06 |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1304<br>0.1308<br>0.13025<br>0.13005<br>0.1324<br>0.13255<br>0.1302<br>0.1311<br>0.13005<br>0.13075 | 0.130855         | 8.48028e-07 |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.0156<br>0.0134<br>0.0139<br>0.0145<br>0.0132<br>0.01525<br>0.0143<br>0.01385<br>0.0148<br>0.01505   | 0.014385         | 6.39472e-07 |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0129<br>0.01245<br>0.01445<br>0.01345<br>0.0135<br>0.01425<br>0.0118<br>0.0142<br>0.0127<br>0.01335 | 0.013305         | 7.32472e-07 |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.032<br>0.03345<br>0.0329<br>0.03215<br>0.0341<br>0.03305<br>0.0331<br>0.034<br>0.03305<br>0.0313    | 0.03291          | 7.74333e-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 | 0.0196<br>0.0184<br>0.0188<br>0.0182<br>0.0196<br>0.019<br>0.01715<br>0.01685<br>0.01755<br>0.01815     | 0.01833          | 9.04556e-07 |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1239<br>0.1232<br>0.1255<br>0.12585<br>0.12615<br>0.12455<br>0.12795<br>0.12375<br>0.12685<br>0.1242  | 0.12519          | 2.32378e-06 |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0946<br>0.09745<br>0.09445<br>0.09485<br>0.0957<br>0.09555<br>0.09555<br>0.0947<br>0.09505<br>0.09565 | 0.095355         | 7.59694e-07 |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0.11105<br>0.1072<br>0.111<br>0.10785<br>0.1075<br>0.10645<br>0.1078<br>0.1071<br>0.1064<br>0.1081      | 0.108045         | 2.77969e-06 |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.0996<br>0.0965<br>0.09865<br>0.0989<br>0.0986<br>0.1007<br>0.0978<br>0.0999<br>0.0968<br>0.09975      | 0.09872          | 1.85122e-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   |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-------------|
| 21                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.08895<br>0.08975<br>0.089<br>0.0895<br>0.09095<br>0.09035<br>0.0903<br>0.0882<br>0.089<br>0.0898      | 0.08958          | 6.71778e-07 |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0743<br>0.0744<br>0.07575<br>0.07575<br>0.0732<br>0.0765<br>0.07405<br>0.0742<br>0.0737<br>0.0749     | 0.074675         | 1.07236e-06 |
| 23                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.14435<br>0.14605<br>0.14265<br>0.1441<br>0.14285<br>0.1443<br>0.1452<br>0.14395<br>0.143<br>0.1447    | 0.144115         | 1.15225e-06 |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.12225<br>0.1209<br>0.12125<br>0.12085<br>0.1208<br>0.1209<br>0.11945<br>0.11875<br>0.12195<br>0.1192  | 0.12063          | 1.32733e-06 |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.07445<br>0.07635<br>0.07415<br>0.07155<br>0.07635<br>0.0739<br>0.0735<br>0.07665<br>0.07245<br>0.0762 | 0.074555         | 3.19081e-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 лучшего индивида  | 0.07195<br>0.0713<br>0.0686<br>0.0717<br>0.0692<br>0.07075<br>0.06885<br>0.06825<br>0.06855<br>0.07085 | 0.07             | 2.08389e-06 |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                          | 0.0648<br>0.0657<br>0.06715<br>0.06455<br>0.0672<br>0.06725<br>0.0639<br>0.0659<br>0.06855<br>0.06575  | 0.066075         | 2.09847e-06 |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.05345<br>0.0516<br>0.0557<br>0.05255<br>0.0544<br>0.0548<br>0.05495<br>0.05375<br>0.0531<br>0.05195  | 0.053625         | 1.82514e-06 |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                          | 0.12975<br>0.13035<br>0.1293<br>0.13225<br>0.131<br>0.13025<br>0.1307<br>0.1325<br>0.1309<br>0.1314    | 0.13084          | 1.02822e-06 |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.1061<br>0.10815<br>0.1063<br>0.10805<br>0.1099<br>0.10755<br>0.1083<br>0.1072<br>0.1074<br>0.10815   | 0.10771          | 1.17878e-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                              | 0.00345<br>0.00365<br>0.00365<br>0.0033<br>0.00375<br>0.0035<br>0.0026<br>0.00345<br>0.0039<br>0.0036  | 0.003485         | 1.25583e-07 |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0026<br>0.0039<br>0.0035<br>0.00395<br>0.0041<br>0.0037<br>0.00405<br>0.00355<br>0.0029<br>0.0038    | 0.003605         | 2.46361e-07 |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0059<br>0.00595<br>0.00565<br>0.00605<br>0.00495<br>0.00615<br>0.00635<br>0.00595<br>0.006<br>0.0063 | 0.005925         | 1.57917e-07 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0026<br>0.00355<br>0.00235<br>0.0026<br>0.0028<br>0.00225<br>0.0029<br>0.00335<br>0.00265<br>0.00235 | 0.00274          | 1.83222e-07 |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.0857<br>0.084<br>0.08625<br>0.08405<br>0.0852<br>0.08445<br>0.0856<br>0.0859<br>0.0846<br>0.0854     | 0.085115         | 6.28361e-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 лучшего индивида   | 0.06485<br>0.06475<br>0.0653<br>0.0658<br>0.06655<br>0.0664<br>0.0667<br>0.0667<br>0.06565<br>0.0666  | 0.06593          | 5.87889e-07 |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                           | 0.1042<br>0.1071<br>0.1036<br>0.10395<br>0.10475<br>0.1059<br>0.1034<br>0.1055<br>0.106<br>0.10415    | 0.104855         | 1.47858e-06 |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида  | 0.0948<br>0.0967<br>0.09685<br>0.09585<br>0.0973<br>0.09685<br>0.0959<br>0.09525<br>0.0954<br>0.09685 | 0.096175         | 7.15139e-07 |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                          | 0.08595<br>0.086<br>0.08715<br>0.08435<br>0.0864<br>0.08515<br>0.08605<br>0.0855<br>0.0871<br>0.08635 | 0.086            | 7.23889e-07 |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.07105<br>0.07285<br>0.0719<br>0.07175<br>0.0693<br>0.07225<br>0.0703<br>0.0695<br>0.07155<br>0.0713 | 0.071175         | 1.34181e-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   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 41                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1406<br>0.14105<br>0.14125<br>0.1412<br>0.14145<br>0.1414<br>0.14265<br>0.1415<br>0.1422<br>0.1421  | 0.14154          | 3.70444e-07 |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1169<br>0.11765<br>0.11745<br>0.1176<br>0.1175<br>0.11675<br>0.1181<br>0.11635<br>0.11695<br>0.1185 | 0.117375         | 4.20694e-07 |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.07475<br>0.07415<br>0.0698<br>0.07335<br>0.07495<br>0.0722<br>0.0714<br>0.07435<br>0.073<br>0.07305 | 0.0731           | 2.60833e-06 |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.06555<br>0.06985<br>0.0696<br>0.0676<br>0.0674<br>0.06815<br>0.06755<br>0.0662<br>0.0685<br>0.06865 | 0.067905         | 1.83914e-06 |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.064<br>0.0628<br>0.0625<br>0.0608<br>0.06295<br>0.06155<br>0.0601<br>0.06345<br>0.0617<br>0.06155   | 0.06214          | 1.47156e-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 лучшего индивида | 0.0521<br>0.0516<br>0.05075<br>0.0502<br>0.0507<br>0.0521<br>0.0506<br>0.05085<br>0.05195<br>0.0513     | 0.051215         | 4.76139e-07 |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                          | 0.1264<br>0.12505<br>0.12745<br>0.12775<br>0.1268<br>0.12765<br>0.1286<br>0.12735<br>0.126<br>0.12585   | 0.12689          | 1.14156e-06 |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.10615<br>0.1055<br>0.1073<br>0.10375<br>0.10595<br>0.10855<br>0.10445<br>0.10735<br>0.1069<br>0.10715 | 0.106305         | 2.10636e-06 |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                            | 0.00315<br>0.00315<br>0.00275<br>0.00265<br>0.0033<br>0.0037<br>0.00325<br>0.0033<br>0.0033<br>0.00265  | 0.00312          | 1.14556e-07 |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида   | 0.0032<br>0.0025<br>0.00315<br>0.00335<br>0.00355<br>0.0041<br>0.0029<br>0.00285<br>0.00295<br>0.0035   | 0.003205         | 2.01361e-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                             | 0.005<br>0.00445<br>0.00465<br>0.00475<br>0.0049<br>0.005<br>0.00465<br>0.0049<br>0.005<br>0.0052       | 0.00485          | 4.94444e-08 |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.00285<br>0.00225<br>0.0018<br>0.00325<br>0.0023<br>0.0025<br>0.00275<br>0.00215<br>0.00245<br>0.00235 | 0.002465         | 1.63917e-07 |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.08035<br>0.08065<br>0.0812<br>0.08305<br>0.0822<br>0.08015<br>0.0822<br>0.08225<br>0.0816<br>0.07865  | 0.08123          | 1.70067e-06 |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0627<br>0.0634<br>0.0614<br>0.06065<br>0.06305<br>0.06295<br>0.0628<br>0.06275<br>0.06225<br>0.06185  | 0.06238          | 7.20111e-07 |

## 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 | 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 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                               | 0.02<br>0.06<br>0.06<br>0.06<br>0.06<br>0.05<br>0.07<br>0.08<br>0.03<br>0.05 | 0.054            | 0.000315556 |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.03<br>0.09<br>0.03<br>0.06<br>0.1<br>0.04<br>0.14<br>0.04<br>0.1<br>0.05   | 0.068            | 0.00139556  |
| 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<br>0<br>0.02<br>0.01<br>0.02<br>0.01<br>0.02<br>0.04<br>0.02<br>0 | 0.014            | 0.00016   |
| 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                              | 0.54<br>0.48<br>0.47<br>0.49<br>0.47<br>0.52<br>0.59<br>0.46<br>0.43<br>0.51 | 0.496            | 0.00209333  |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.64<br>0.48<br>0.56<br>0.44<br>0.36<br>0.47<br>0.43<br>0.48<br>0.57<br>0.49 | 0.492            | 0.00637333  |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.29<br>0.25<br>0.29<br>0.24<br>0.28<br>0.25<br>0.24<br>0.21<br>0.3<br>0.22  | 0.257            | 0.000978889 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.54<br>0.47<br>0.61<br>0.59<br>0.57<br>0.63<br>0.56<br>0.46<br>0.53<br>0.62 | 0.558            | 0.00348444  |
| 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                               | 0.55<br>0.54<br>0.57<br>0.62<br>0.49<br>0.44<br>0.52<br>0.51<br>0.5<br>0.62 | 0.536            | 0.00322667 |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.48<br>0.61<br>0.53<br>0.54<br>0.45<br>0.45<br>0.59<br>0.61<br>0.57<br>0.5 | 0.533            | 0.00380111 |
| 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                             | 0.36<br>0.39<br>0.34<br>0.36<br>0.34<br>0.36<br>0.37<br>0.33<br>0.29<br>0.3 | 0.344            | 0.00096    |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.56<br>0.64<br>0.64<br>0.5<br>0.58<br>0.61<br>0.57<br>0.61<br>0.63<br>0.63 | 0.597            | 0.00200111 |
| 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          |