

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ “ШАГ В БУДУЩЕЕ”

НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ СОРЕВНОВАНИЕ “ШАГ В БУДУЩЕЕ, МОСКВА”

18474

регистрационный номер

Информатика и системы управления

название факультета

Информационные технологии

название кафедры

Сравнение авторского эвристического алгоритма с существующими методами
для решения задачи коммивояжёра

название работы

Автор:

Саватеев Дмитрий Витальевич

фамилия, имя, отчество

ГБОУ Школа №1532

название учебного заведения, класс

Научный руководитель:

Сергиенко Антон Борисович

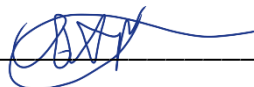
фамилия, имя, отчество

ГБОУ Школа №1532

место работы

Учитель информатики

звание, должность



подпись научного руководителя

Москва - 2024

Сравнение авторского эвристического алгоритма с существующими методами для решения задачи коммивояжёра.

Аннотация

Цель работы заключается в анализе эффективности алгоритмов решения стандартной задачи коммивояжёра и предложенной автором задачи коммивояжёра с приоритетными городами с использованием робототехнических систем, имеющих возможность автономной работы. Кроме того, исследование включает в себя разработку авторских решений и оценку их практической применимости в сравнении с другими алгоритмами.

В результате проведённой работы были реализованы шесть алгоритмов решения задачи коммивояжёра и исследование их эффективности для решения стандартной задачи коммивояжера и задачи коммивояжёра с приоритетными городами, а также применение робототехнических систем для их решения.

В процессе экспериментов было установлено, что для решения стандартной задачи коммивояжёра одинаково оптимальными являются метод ветвей и границ и модифицированный генетический алгоритм. Для решения задачи коммивояжёра с приоритетными городами самым эффективным стал модифицированный генетический алгоритм. Проведенные эксперименты показали, что выбор оптимального метода решения зависит от конкретных условий задачи.

Содержание

Аннотация	2
Содержание	3
Введение	4
Основная часть	5
Точные методы	5
Полный перебор	5
Метод ветвей и границ	7
Приближённые и эвристические методы	8
Жадный алгоритм	8
Генетический алгоритм	9
Модификация генетического алгоритма	14
Сравнение эффективности алгоритмов	17
Взаимодействие с пользователем	22
Робототехническая часть	24
Заключение	26
Список использованных источников	27
Приложения	28

Введение

Задача коммивояжёра – задача комбинаторной оптимизации, заключающаяся в поиске самого короткого маршрута, проходящего через указанные города по одному разу с возвратом в исходный город. Задача является актуальной, так как имеет множество практических применений, таких как маршрутизация транспорта и служит основой транспортной логистики, отрасли, занимающейся планированием транспортных перевозок. Автором предложено усложнение стандартного решения проблемы коммивояжёра путём добавления приоритетных городов. Задача относится к NP полным, это означает, что не существует полных решений за полиномиальное время. В данном проекте, помимо возможных алгоритмов решения, будет рассмотрено использование робототехнических систем для решения задачи коммивояжёра.

Решение задачи коммивояжёра с использованием робототехнических систем может применяться в различных областях, таких как автоматизированная логистика и транспорт, системы управления производством, проведение спасательных операций, работа в сельскохозяйственных угодиях и другие.

Цель работы заключается в разработке алгоритмов решения стандартной задачи коммивояжёра и предложенной автором задачи коммивояжёра с приоритетными городами с использованием управляемых робототехнических систем с возможностью автономной работы в условиях отсутствия управления со стороны человека, а также анализ эффективности и возможности практического применения данного решения. А поскольку микропроцессор робота не позволяет решать сложные комбинаторные задачи, необходима разработка клиент-серверной архитектуры.

Основная часть

Изначально имеются координаты городов в декартовой системе координат, цель задачи – заключается в том, чтобы найти наикратчайший маршрут, который проходит через все города и возвращается в исходный город. В процессе работы были рассмотрены следующие алгоритмы: полный перебор, жадный алгоритм, метод ветвей и границ и др. Для решений задач с использованием предложенных алгоритмов предусматривается построение интерактивного графика. На графике синие точки обозначают города, через которые проходит найденный путь, красная – начало пути, разноцветные прямые соединяют города-вершины между собой, образуя неориентированный граф, являющийся кратчайшим маршрутом.

Для каждого алгоритма автором было **предложено усложнение в виде добавления приоритетных городов в условие**. Такие города на графике отмечаются большими оранжевыми точками. В процессе нахождения оптимального решения в первую очередь (но не обязательно) учитываются города с приоритетом, а после них находится кратчайший путь между остальными городами.

Точные методы

Точные методы осуществляют полный перебор всех вариантов и находят точный маршрут, существуют алгоритмы, оптимизирующие эту задачу, поэтому перебор может занять не слишком много времени.

Полный перебор – точный алгоритм, находящий решение путём рассмотрения всех возможных вариантов. Уровень сложности при таком алгоритме напрямую зависит от количества городов в условии задачи и равен $O(n!)$, где n – количество рассматриваемых городов.

Если городов будет 5, то у нас будет 120 вариантов, которые надо перебрать, с этим компьютер сможет быстро справиться, но, если вариантов будет всего на 10 больше, количество возможных путей возрастет до 1307674368000

вариантов. Для перебора такого количества возможных путей потребуются колоссальные временные и ресурсные затраты, поэтому данный метод является неактуальным, особенно при практическом применении решения задачи коммивояжёра.

Теоретический предел для компьютера составляет 66 городов, уже при 67 городах, количество вариантов превысит предел Бремерманна [1] и будет равно $36 \cdot 10^{93}$, а значит перебрать их все будет невозможно, так как потребуется в несколько раз больше времени, чем существует наша планета.

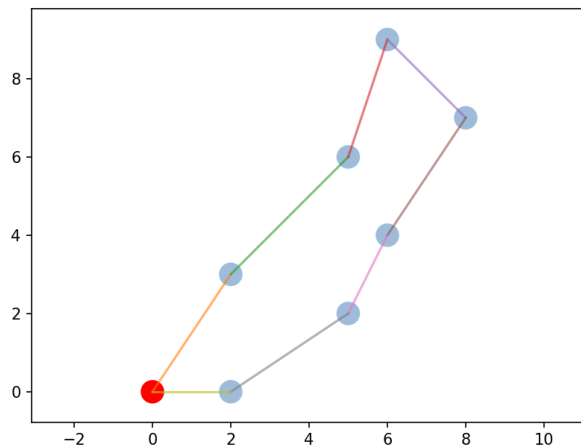


Рисунок 1 — Решение задачи коммивояжёра полным перебором без учёта приоритетных городов, при n (кол-во городов) = 8

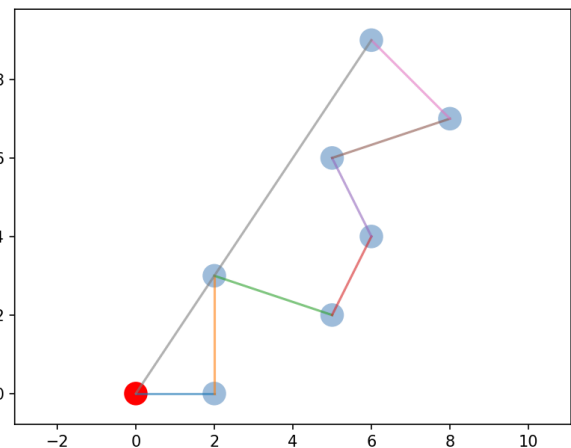


Рисунок 2 — Пример неоптимального решения задачи коммивояжёра

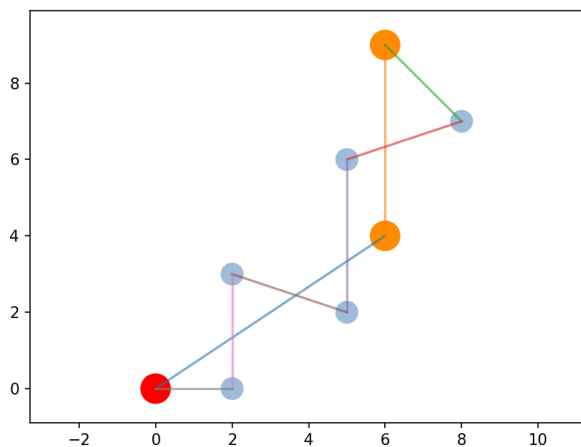


Рисунок 3 — Решение задачи коммивояжёра полным перебором с учётом приоритетных городов, при n (кол-во городов) = 8

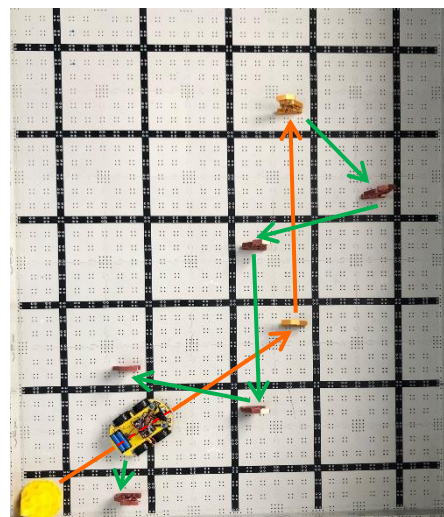


Рисунок 4 — Маршрут движения робота по расставленным городам, где золотые фигурки – это приоритетные города

Метод ветвей и границ – метод упорядоченного перебора всех возможных вариантов решения. Сложность данного алгоритма представлена формулой

$$O(n * \log_2 n), \quad (1)$$

где n – число городов.

Смысл метода ветвей и границ заключается в том, что необходимо последовательно разбивать множества допустимых решений на подмножества. На каждом шаге разбившиеся элементы проверяются на содержание в данном подмножестве оптимального решения. Проверка происходит путём вычисления оценки снизу для целевой функции на данном подмножестве, если оценка больше рекорда, наилучшего из найденных решений, то подмножество отбрасывается. Так же подмножество может быть отброшено, если в нём удастся найти наилучшее решение. Когда значение целевой функции на найденном решении меньше наилучшего из найденных решений, происходит смена рекорда. Если все разбившиеся элементы будут отброшены, то рекорд станет оптимальным решением задачи. В противном случае, из не отброшенных подмножеств выбирается наилучшее, например, с наименьшим значением нижней оценки, и подвергаются разбиению. Новые подмножества проверяются по такому же алгоритму.

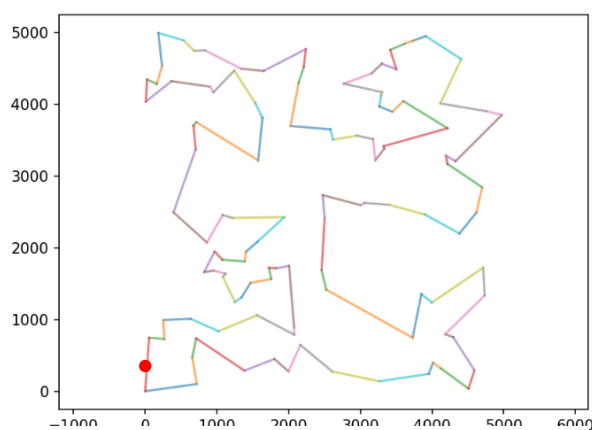


Рисунок 5 — Решение задачи коммивояжёра методом ветвей и границ без приоритетных городов, при n (кол-во городов) = 114

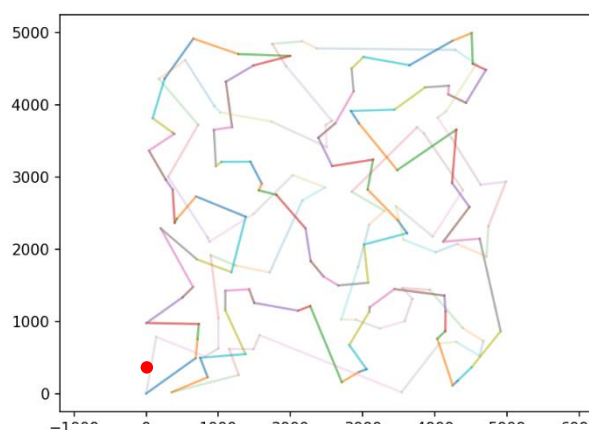


Рисунок 6 — Решение задачи коммивояжёра методом ветвей и границ с приоритетными городами, при n (кол-во городов) = 114

Приближённые и эвристические методы

Приближённые и эвристические методы не дают точного результата, зато сокращают полный перебор всех вариантов. Многие из них находят не самый эффективный маршрут, но часто дают максимально приближённый. Это особенно полезно в случаях, когда нужно быстро получить решение для большого количества городов, где полный перебор становится непрактичным.

Жадный алгоритм – алгоритм, который на каждом этапе выбирает самое локально оптимальное решение из всех возможных, без дальнейшего анализа, надеясь, что в конце получится глобально оптимальное решение. Это продолжается, пока мы не посетим все города. Алгоритм отличается своей высокой скоростью работы, но не всегда выдаёт точные результаты в задачах относящихся к NP полным. Уровень сложности при использовании жадного алгоритма равен $O(n)$, где n – число городов.

Жадный алгоритм не всегда гарантирует нахождение оптимального решения. В некоторых случаях использование этого алгоритма приводит к худшему результату, чем при использовании других методов. Но при этом, иногда он может дать достаточно хороший результат за короткое время.

На рисунке ниже, координаты городов подобраны так, что алгоритм не нашёл оптимального решения, поскольку последний путь оказался слишком длинным. Также, в классической задаче, в оптимальном решении не должно быть пересечений рёбер в графе.

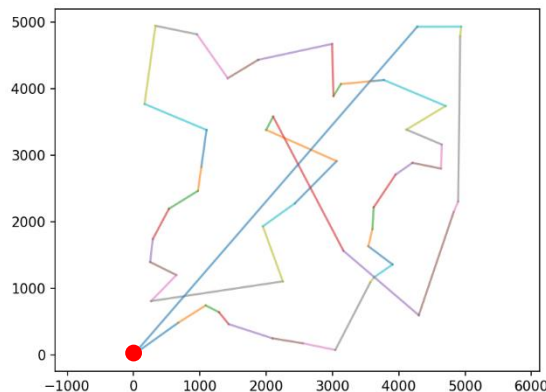


Рисунок 7 — Неоптимальное решение задачи коммивояжёра жадным алгоритмом, при n (кол-во городов) = 51

Иногда встречаются такие координаты городов, для которых жадный алгоритм может найти оптимальное решение, например, такое решение представлено на рисунке ниже.

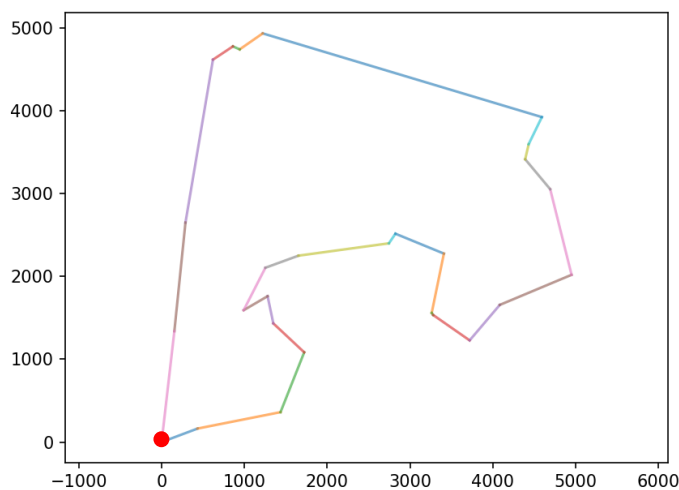


Рисунок 8 — Оптимальное решение задачи коммивояжёра жадным алгоритмом, при n (кол-во городов) = 27

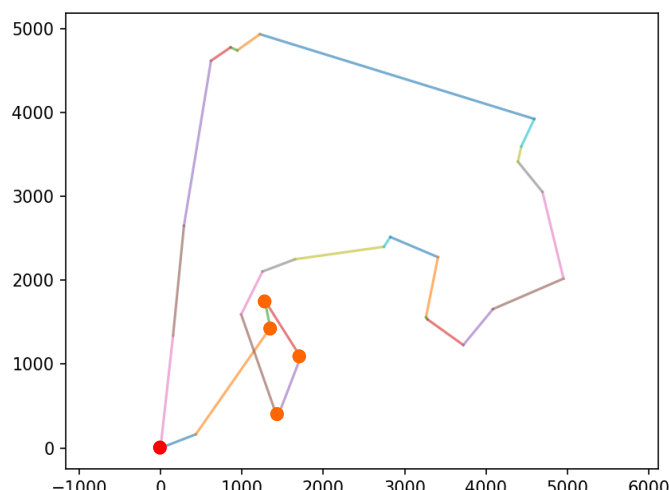


Рисунок 9 — Оптимальное решение задачи коммивояжёра жадным алгоритмом с приоритетными городами, при n (кол-во городов) = 27

Генетический алгоритм — это эволюционный метод оптимизации, который моделирует процессы эволюции, такие как селекция, кроссинговер и мутация. В задаче коммивояжера генетический алгоритм определяет случайным образом начальный набор возможных решений (особей), каждое из которых является путём между всеми городами. На основе оценок целевой функции (длины маршрута) выполняется отбор "лучших" особей, которые затем используются для скрещивания и создания новой популяции. В работе рассматриваются и сравниваются два варианта скрещивания: с одной точкой разрыва и с двумя. Для выполнения скрещивания с одной точкой разрыва сначала генерируем точку разрыва, затем часть первого родителя до точки разрыва копируем в первого потомка, гены второго родителя копируем в первого потомка, если они ещё не были унаследованы. Аналогично поступаем со вторым потомком: копируем часть второго родителя до точки разрыва и часть первого родителя, которая ещё не была унаследована.

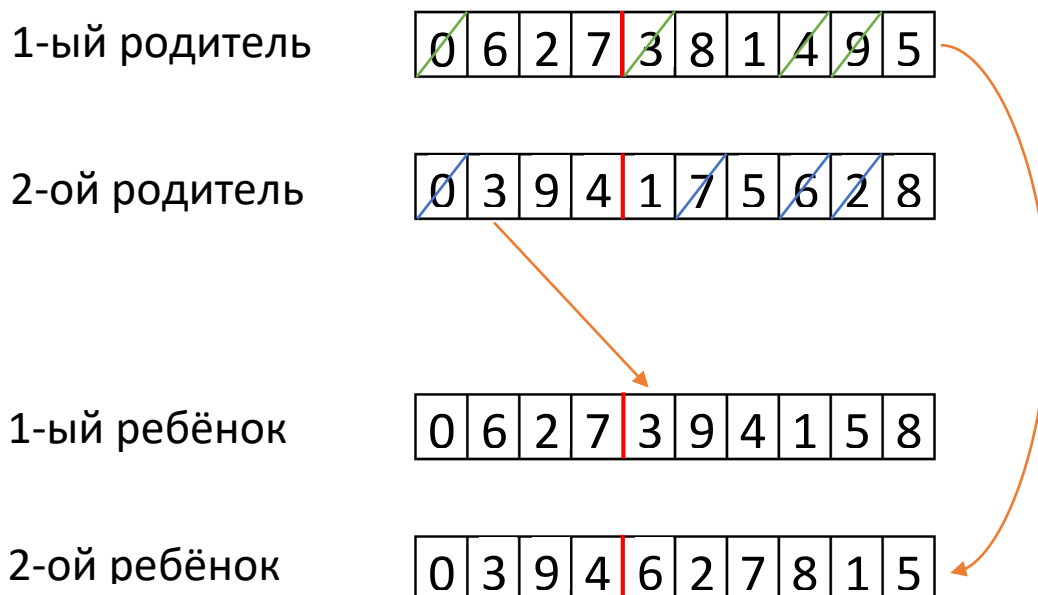


Рисунок 10 — Иллюстрация скрещивания с одной точкой разрыва

В случае выполнения скрещивания с двумя точками разрыва случайным образом генерируются две точки разрыва, между ними берётся отрезок с генами от первого родителя и копируется в первого ребёнка на те же места. Остальные гены берутся из второго родителя, сохраняя при этом изначальный порядок, при условии, что они ещё не были унаследованы. То же самое происходит и со вторым ребёнком: генерируются две точки разрыва, между ними берётся отрезок генов второго родителя и копируется во второго ребёнка на те же места. Остальные гены заполняются по порядку ещё не унаследованными генами первого родителя.

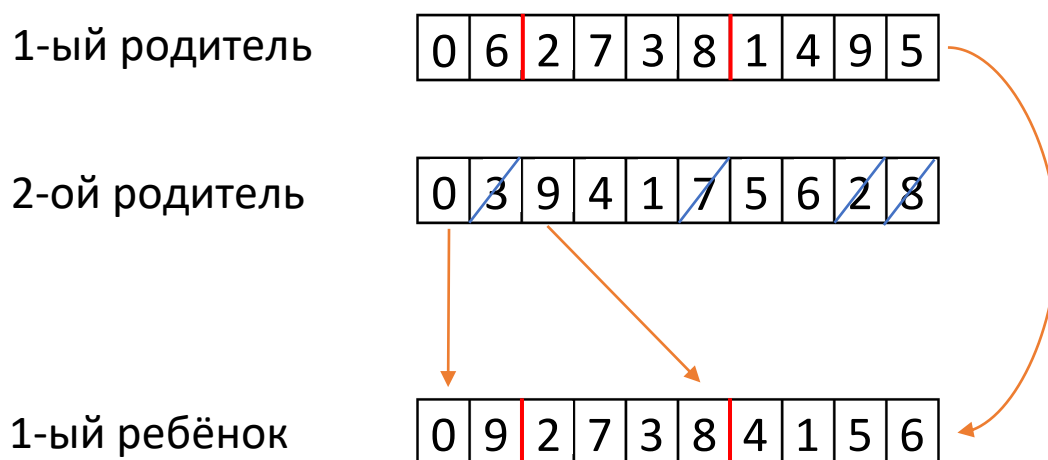


Рисунок 11 — Иллюстрация скрещивания для одного ребёнка с двумя точками разрыва

Особи, созданные в результате скрещивания, с определённой вероятностью подвергаются мутации. Этот процесс повторяется несколько раз, пока не будет пройдено заданное количество итераций. В конечном итоге, лучшая особь, найденная в ходе этого процесса, представляет собой оптимальный маршрут для задачи коммивояжера.

Одним из преимуществ генетического алгоритма является его способность эффективно решать задачи оптимизации с неограниченным количеством решений. Однако, также существует ряд недостатков, таких как высокая временная сложность и трудность в подборе оптимальных параметров, таких как вероятность мутации, размер популяции и число поколений. В целом, временная сложность генетического алгоритма может быть оценена как:

$$O(n^2 * m * t), \quad (2)$$

где n – число городов;

m – число итераций;

t – время, затрачиваемое на оценку качества одного решения.

В рассматриваемом генетическом алгоритме параметры были подобраны путем параметрической настройки. Значения подбирались для числа поколений, размера популяции, типа скрещивания и процента мутации. Для числа поколений есть 10 возможных значений параметров [10000, 30000, 50000, 70000, 90000, 110000, 130000, 150000, 170000, 190000], для размера популяции – 6 [$3 * n$, $7 * n$, $11 * n$, $15 * n$, $19 * n$, $23 * n$], где n – кол-во городов, для типа скрещивания – 2 [1, 2], для вероятности мутации – 3 [15, 50, 85]. Всего 360 возможных комбинаций. Каждая комбинация запускалась по 10 раз при количестве городов равном 85, поэтому качество настроек алгоритма сравнивалось по среднему значению 10 запусков. Лучшее решение длиной в 4999.07 удалось достичь при следующих параметрах:

Количество поколений – 190000

Процент мутации – 15

Размер популяции – $3 * n$, где n – количество городов (85)

Количество точек разрыва – 2

Длина худшего варианта составила 7626.32. Значения длин маршрутов остальных запусков представлено в таблице (см. Приложение А).



Рисунок 12— Блок-схема логики работы генетического алгоритма

Генетические алгоритмы не всегда являются оптимальными в практическом применении, так как они требуют дополнительных ресурсов для хранения и обработки большого количества информации. Несмотря на эти недостатки, генетический алгоритм полезен для решения сложных задач оптимизации, особенно в случаях, когда нет эффективных алгоритмов для решения таких задач.

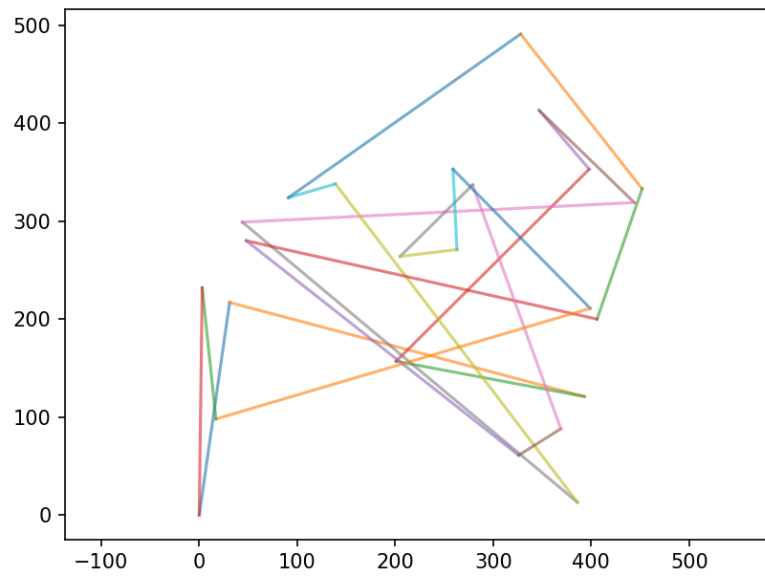


Рисунок 13— Неоптимальное решение задачи коммивояжёра генетическим алгоритмом, при n (кол-во городов) = 23

Метод Монте-Карло – эвристический метод, который заданное число раз генерирует случайные перестановки городов и проверяет длину пути между ними. В представленном решении алгоритм столько раз генерирует перестановки городов, сколько и генетический алгоритм для заполнения популяции особями. В целом, метод не является наилучшим выбором, так как не гарантирует нахождение оптимального пути, а только приближенного решения. Хотя метод Монте-Карло не находит оптимального решения, он может быть полезен в тех случаях, когда другие алгоритмы слишком сложны или неэффективны. Кроме того, он может быть применен для анализа различных аспектов задачи коммивояжера и сравнения эффективности других алгоритмов решения.

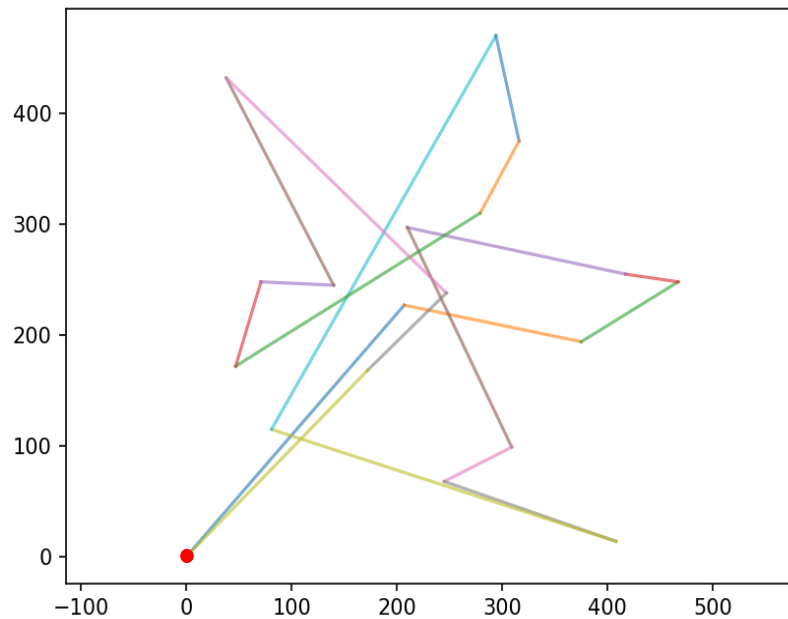


Рисунок 14— Решение задачи коммивояжёра методом Монте-Карло, при $n(\text{кол-во городов}) = 18$

Модификация генетического алгоритма

В отличие от стандартного генетического алгоритма, основанном на строках-перестановках, где из популяции удаляют скрестившихся родителей, в модификации перед удалением популяцию сортируют, и из неё удаляют наименее приспособленных индивидов в размере:

$$S_i - S_{i-1}, \quad (3)$$

где S_i — размер текущей популяции;

S_{i-1} — размер старой популяции.

Также в модификации хранятся удалённые особи, чтобы впоследствии избежать их появления в популяции. Помимо этого, для уменьшения времени работы алгоритма, если в течении 10000 поколений значение целевой функции не изменяется, то это значение считается решением задачи.

Размер популяции может изменяться, поэтому при каждой итерации это контролируется, и, если особей стало меньше, происходит генерация недостающих особей с проверкой, что новой особи нет среди уже удалённых.

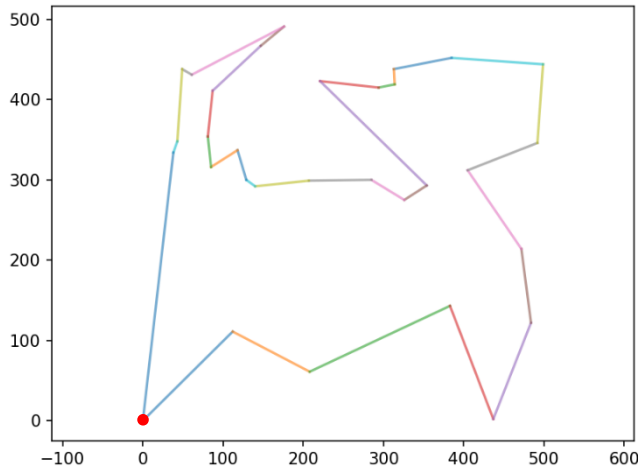


Рисунок 15— Решение задачи коммивояжёра модифицированным генетическим алгоритмом, при n (кол-во городов) = 30

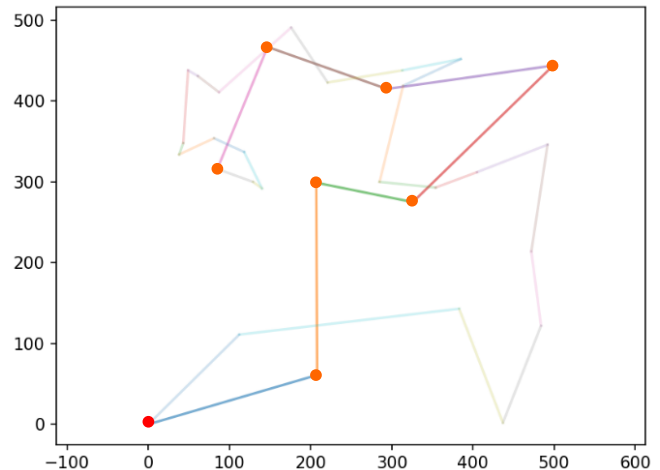


Рисунок 16 Решение задачи коммивояжёра с приоритетными городами модифицированным генетическим алгоритмом, при n (кол-во городов) = 30

В модификации генетического алгоритма параметры были также подобраны путем параметрической настройки. Значения подбирались для числа поколений, размера популяции, типа скрещивания и процента мутации. Для числа поколений есть 10 возможных значений параметров [10000, 30000, 50000, 70000, 90000, 110000, 130000, 150000, 170000, 190000], для размера популяции – 4 [$1 * n$, $3 * n$, $6 * n$, $9 * n$], где n – кол-во городов, для типа скрещивания – 2 [1, 2], для вероятности мутации – 5 [10, 25, 50, 75, 90]. Всего 400 возможных комбинаций. Каждая комбинация запускалась по 10 раз на тех же координатах городов, что и стандартный генетический алгоритм при количестве городов равном 85, поэтому качество настроек алгоритма сравнивалось по среднему значению 10 запусков. Лучшее решение длиной в 1758.01 удалось достичь при следующих параметрах:

Количество поколений – 170000

Процент мутации – 50

Размер популяции – $9 * n$, где n – количество городов (85)

Количество точек разрыва – 2

Длина худшего варианта составила 5473.42. Значения длин маршрутов остальных запусков представлено в таблице (см. Приложение Б).

Ниже приведена таблица сравнения стандартного генетического алгоритма, основанного на строках-перестановках, и модификации генетического алгоритма для решения задачи коммивояжера. Для сравнения используется критерий Вилкоксона-Манна-Уитни [2, 3], который позволяет определить, существует ли статистически значимая разница в качестве решения, получаемого сравниваемыми алгоритмами. Для этого необходимо запустить алгоритмы на одних и тех же тестовых данных и сравнить результаты с теоретическим распределением значений статистики, основанном на предположении, что нулевая гипотеза верна (т.е. медианные значения выборок равны). Если значение W меньше или больше, чем критические значения, соответствующее выбранному уровню значимости (Q), то можно отклонить нулевую гипотезу и сделать вывод о статистически значимых различиях между двумя выборками. Когда значение W входит в промежуток нижних и верхних критических значений статистики то делается вывод, что выборки были сформированы по одному и тому же закону распределения случайных чисел, а, значит, алгоритмы, которые генерировали данные выборки по соответствующее выбранному уровню значимости не отличаются с точки зрения выбранного уровня значимости.

В каждой строчке таблицы ниже приведены средние арифметические значения длин путей десяти запусков каждого из алгоритмов при одинаковых координатах. Так, для получения данных, представленных ниже, каждый алгоритм был запущен по сто раз. Для данных приведённых «в таблице 1» значение W равно 58. При уровне значимости (Q) равном 0.002 распределение значений статистики принадлежит промежутку: [65; 145]. Поскольку значение W , полученное при сравнении двух алгоритмов критерием Вилкоксона-Манна-

Уитни не находится в указанном промежутке, то можно утверждать, что выборки неоднородны, следовательно модификация гораздо лучше стандартного генетического алгоритма

Таблица 1 — Сравнение стандартного генетического алгоритма и модификации генетического алгоритма для решения задачи коммивояжёра (зелёное – самое оптимальное решение, красное – самое наихудшее)

Стандартный генетический алгоритм	Модификация генетического алгоритма
9298	4212
6090	2469
6340	2726
6566	2987
8235	4397
6581	2938
6136	2710
7922	3448
3414	1960
5160	2370

Сравнение эффективности алгоритмов

Ниже приведена таблица 2, в которой сравниваются алгоритмы, используемые для решения задачи коммивояжёра без учёта приоритетных городов. Важно отметить, что все вычисления производились для графов с **величиной разброса значений меток рёбер от 1 до 283**. В каждой ячейке таблицы представлены усреднённые данные десяти запусков при одном и том же количестве городов. В столбце «Полный перебор» стоят прочерки после строки, в которой количество городов равнялось шести, поскольку уже при восьми городах решение полным перебором требует колоссальных временных и ресурсных затрат. В последней строчке таблицы 2 приведены средние арифметические значения усреднённых длин каждого маршрута. По этим данным видно, что наихудшим методом стал метод Монте-Карло, который практически на всех запусках выдавал неоптимальные решения. Самым лучшим алгоритмом стал метод ветвей и границ, который не на много обошёл модифицированный

генетический алгоритм. Для более тщательного анализа автором было проведено дополнительное сравнение метода ветвей и границ и модифицированного генетического алгоритма критерием Вилкоксона-Манна-Уитни. Значение статистики W , для этих двух алгоритмов равно 107.5, при уровне значимости Q равном 0,2 границы интервала критических значений статистики принадлежат следующему промежутку: [87; 123]. Значение W входит в промежуток нижних и верхних критических значений статистики, следовательно выборки были сформированы по одному и тому же закону распределения случайных чисел, а, значит, алгоритмы, которые генерировали данные выборки не отличаются с точки зрения выбранного уровня значимости, следовательно можно утверждать, что метод ветвей и границ и модификация генетического алгоритма являются одинаково оптимальными для решения задачи коммивояжёра без приоритетных городов.

Таблица 2 — Сравнение эффективности алгоритмов для решения задачи коммивояжёра (зелёное – самое оптимальное решение, красное – самое наихудшее)

	Полный перебор	Жадный алгоритм	Метод ветвей и границ	Метод Монте-Карло	Модификация генетического алгоритма
Карта №1 ($n^* = 6$)	1559.89	1666.34	1571.02	1603.5	1559.89
Карта №2 ($n = 8$)	–	2301.89	1783.79	2125.83	1783.79
Карта №3 ($n = 10$)	–	1829.93	1854.24	2204.77	1825.34
Карта №4 ($n = 12$)	–	1724.41	1848.05	2561.22	1750.6
Карта №5 ($n = 14$)	–	2377.31	2059.43	2902.45	1988.89
Карта №6 ($n = 16$)	–	2129.32	1959.11	3207.31	1974.16
Карта №7 ($n = 18$)	–	1892.47	1851.06	3413.71	1820.52
Карта №8	–	1959.81	1914.43	4265.27	2096.53

(n = 20)					
Карта №9 (n = 22)	–	2967.1	2439.42	4743.18	2610.25
Карта №10 (n = 24)	–	2350.89	2257.23	4870.63	2314.47
Среднее арифме- тическое длин маршру- тов	–	2119.95	1953.79	3189.79	1972.44

*n – количество городов

В таблице 3, приведённой ниже, сравниваются алгоритмы решения задачи коммивояжёра с приоритетными городами. Данные для таблицы 3 брались по такому же принципу, как и для таблицы 2. Последняя строка таблицы 3 также содержит средние арифметические значения усреднённых длин путей за сто запусков, из которых каждые десять запускались с одинаковыми координатами для каждого маршрута. По приведённым значениям видно, что наихудшим методом снова стал метод Монте-Карло, хотя далеко не всегда решения, найденные этим алгоритмом, становились самыми неоптимальными. В сравнении алгоритмов для решения задачи коммивояжёра с учётом приоритетных городов самым лучшим стал модифицированный генетический алгоритм.

Таблица 3 — Сравнение эффективности алгоритмов для решения задачи коммивояжёра с приоритетными городами (зелёное – самое оптимальное решение, красное – самое наихудшее)

	Полный перебор	Жадный алгоритм	Метод ветвей и границ	Метод Монте-Карло	Модификация генетического алгоритма
Карта №1 (n* = 6)	1303.26	1346.47	1303.26	1303.26	1387.51
Карта №2 (n = 8)	–	1998.92	2106.42	1982.78	2011.12
Карта №3	–	2263.48	2447.14	2301.3	2207.85

(n = 10)					
Карта №4 (n = 12)	–	2076.99	2037.92	2072.42	1989.39
Карта №5 (n = 14)	–	2239.57	2547.22	2551.34	2664.15
Карта №6 (n = 16)	–	3124.4	2972.47	3099.93	2779.89
Карта №7 (n = 18)	–	2695.38	3284.61	3464.22	2885.33
Карта №8 (n = 20)	–	3222.98	2996.09	3633.9	2961.87
Карта №9 (n = 22)	–	2726.6	2943.53	4377.45	2992.37
Карта №10 (n = 24)	–	3551.75	3412.36	4606.68	3280.6
Среднее арифме- тическое длин маршру- тов	–	2524.65	2605.1	2934.83	2516.01

*n – количество городов

Согласно данным, представленным в таблице 3, ненамного хуже модификации генетического алгоритма оказался жадный алгоритм, чтобы точнее сравнить эти два алгоритма было проведено повторное сравнение этих двух алгоритмов, результаты которого приведены в таблице 4. Алгоритмы сравнивались критерием Вилкоксона-Манна-Уитни. Для сравниваемых алгоритмов значение статистики W равно 138, при уровне значимости Q равном 0,2 границы интервала критических значений статистики принадлежат следующему промежутку: [87; 123]. Значение статистики W не входит в промежуток нижних и верхних критических значений статистики, следовательно можно считать, что есть значимые различия между двумя выборками. Поскольку

выборки неоднородны и жадный алгоритм практически на всех запусках выдавал неоптимальные решения, можно утверждать, что решения задачи коммивояжёра с приоритетными городами модификацией генетического алгоритма всегда будут оптимальнее, чем любым другим представленным алгоритмом.

Таблица 4 — Сравнение жадного алгоритма и модификации генетического алгоритма для решения задачи коммивояжёра с приоритетными городами (зелёное – самое оптимальное решение, красное – самое наихудшее)

	Жадный алгоритм	Модификация генетического алгоритма
Карта №1 (n* = 20)	3081.71	3144.31
Карта №2 (n = 22)	3183.97	3056.35
Карта №3 (n = 24)	4019.6	3134.38
Карта №4 (n = 26)	3809.03	3217.5
Карта №5 (n = 28)	4237.59	3406.47
Карта №6 (n = 30)	3921.98	3339.06
Карта №7 (n = 32)	4148.53	3353.6
Карта №8 (n = 34)	3873.34	3744.9
Карта №9 (n = 36)	4174.08	3733.7
Карта №10 (n = 38)	3960.88	3860.5

*n – количество городов

Таким образом, для решения стандартной задачи коммивояжёра одинаково оптимальными являются метод ветвей и границ и модифицированный генетический алгоритм. Для решения задачи коммивояжёра с приоритетными городами самым эффективным стал модифицированный генетический алгоритм. Однако, в зависимости от конкретных условий задачи, может быть более эффективно использовать другие методы решения. Например, если задача коммивояжера имеет очень большой размер, то генетический алгоритм может

быть неэффективным из-за большого количества вычислений, которые необходимо выполнить. В этом случае использование метода ветвей и границ позволит значительно сократить время выполнения, при незначительном отклонении от оптимального решения.

Взаимодействие с пользователем

В качестве сервера выступает любой компьютер, с запущенной программой для решения задачи коммивояжёра. Все алгоритмы решения и интерфейсное приложение написаны на высокоуровневом интерпретируемом языке программирования Python в PyCharm – кроссплатформенной интегрированной среде разработки для языка программирования Python, разработанной компанией JetBrains. Взаимодействие с пользователем осуществляется через KivyMD, фреймворк для создания кроссплатформенных мобильных приложений и интерфейсов. Для решения задачи коммивояжёра, через KivyMD создан пользовательский интерфейс, который позволяет пользователю задать необходимые параметры задачи, такие как количество городов и координаты городов, указать приоритетные города решения или воспользоваться автозаполнением координат, а также выбрать необходимый алгоритм. После того, как пользователь задал все необходимые параметры запускается выбранный алгоритм решения, а после выполнения отображается граф с решением задачи коммивояжера в виде карты с указанием маршрута и выводятся координаты городов, отсортированные в оптимальном для посещения порядке, с итоговой длиной маршрута. Для визуализации данных, полученных при решении задачи коммивояжёра, используется библиотека для создания графиков Matplotlib.

После получения отсортированных координат городов они передаются Arduino, через Bluetooth-модуль HC-05, установленный на роботе, который выступает в качестве клиента, по технологии беспроводной передачи данных – Bluetooth с помощью библиотеки для работы с последовательными портами – Serial, которая позволяет осуществлять чтение и запись данных через серийный

(COM) порт, который используется для связи между устройствами, такими как микроконтроллеры.

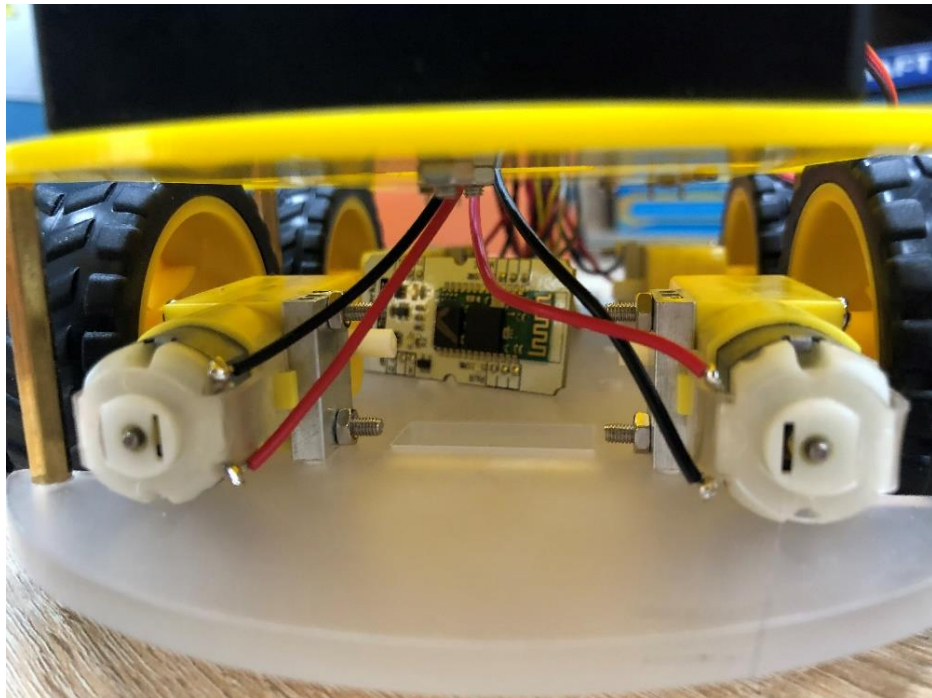


Рисунок 17 — Расположение Bluetooth-модуля в работе

```
s = serial.Serial("COM4", 9600)
shortest_way_coords.append([0, 0])
for i in range(len(shortest_way_coords)):
    if i != 0:
        s.write(bytes(shortest_way_coords[i]))
```



```
4
9
right 23.96
stop
forward 9.85
left 23.96
6
2
right 195.95
stop
forward 7.28
left 195.95
5
7
left 11.31
stop
```

Рисунок 18 — Схема передачи данных от сервера к клиенту по Bluetooth

Робототехническая часть

В проекте используется четырёхколёсный робот, управляемый с помощью платы Arduino Uno, оснащённой микроконтроллером ATmega328P. Микроконтроллер программировался на компилируемом языке программирования C++ с использованием интегрированной среды разработки Arduino IDE. Управление моторами робота осуществляется через двухканальный драйвер моторов TB6612. Одним из главных преимуществ использования этой платы является, наличие встроенной защиты от перегрева, короткого замыкания и перегрузки тока, что делает её абсолютно безопасной в использовании. Для приведения в действие колес используются четыре мотора-редуктора. Моторы-редукторы – это электромеханические устройства, состоящие из мотора и механического редуктора для увеличения крутящего момента и снижения скорости вращения. Используемые моторы-редукторы имеют коэффициент передачи 48:1, что означает, что скорость вращения на выходе моторов снижена в 48 раз, а крутящий момент увеличен в 48 раз по сравнению с вращением на выходе от двигателей без редуктора. Каркас робота выполнен из акрила, лёгкого и прочного материала, который позволяет создавать роботов, которые могут выдерживать долгое время эксплуатации и не ломаться при малейших ударах.



Рисунок 19 — Вид робота сбоку

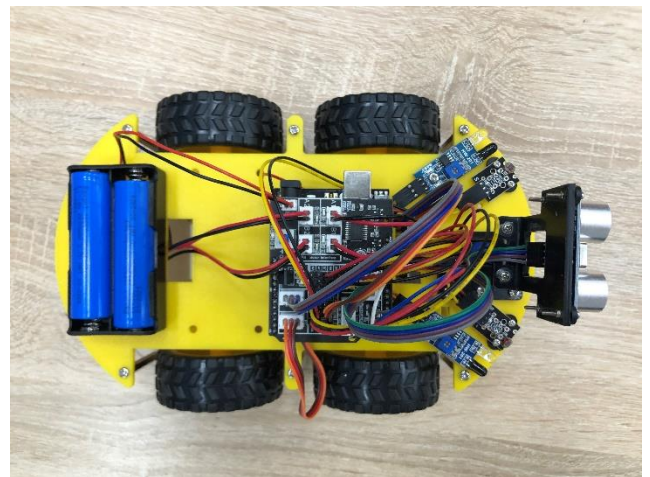


Рисунок 20 — Вид робота сверху

Как только координаты городов передались через Bluetooth-соединение микроконтроллеру робота, Arduino принимает их через соответствующий серийный порт для чтения сигнала Bluetooth, а после обрабатывает, вычисляя угол поворота и длину пути для достижения нужной координаты.

```

123     if (new_x >= 0 && new_y >= 0){ // 1
124         a = abs(degrees(atan(new_x/new_y)));
125         float distance = sqrtf(square(new_x) + square(new_y));
126         if (a > last_a){
127             new_a = a - last_a;
128             right(new_a);
129         }
130
131         else if (a == 0){
132             right(0);
133         }
134
135         else {
136             Serial.println(last_a);
137             Serial.println(a);
138             new_a = last_a - a;
139             left(new_a);
140         }
141
142         stop();
143         forward(distance);
144         stop();
145         stop();
146         // left(a);
147     }

```

Рисунок 21 — Фрагмент кода на C++, считающий путь и угол поворота до координаты в первой четверти от текущего местоположения робота

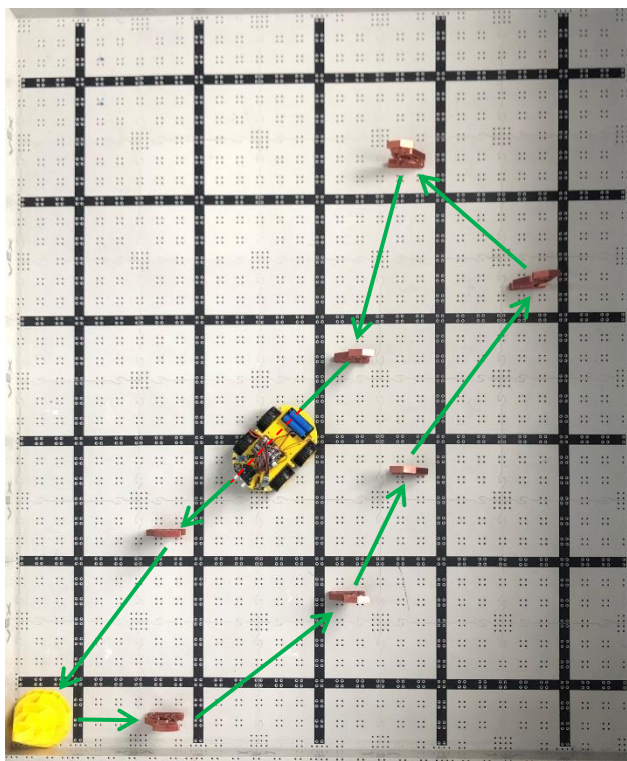


Рисунок 22 — Движение робота по маршруту, рассчитанному стандартной задачей коммивояжёра

Заключение

В результате проведенной работы были исследованы различные методы решения стандартной задачи коммивояжера и задачи коммивояжера с приоритетными городами, а также применение роботехнических систем для их решения. Было реализовано шесть алгоритмов решения задачи коммивояжера. Для оценки эффективности алгоритмов использовался критерий качества найденного решения и критерий Вилкоксона-Манна-Уитни. Также была разработана система управления роботом, позволяющая решать задачу коммивояжера с использованием роботехнических систем. В процессе экспериментов было установлено, что для решения стандартной задачи коммивояжера одинаково оптимальными являются метод ветвей и границ и модифицированный генетический алгоритм. Для решения задачи коммивояжера с приоритетными городами самым эффективным стал модифицированный генетический алгоритм. Проведенные эксперименты показали, что выбор оптимального метода решения зависит от конкретных условий задачи. Таким образом, в данной работе были исследованы различные методы решения задачи коммивояжера, а также реализована система управления роботом для её решения.

Список использованных источников

1. Бондарева, А. А. (2015). "Предельные теоремы теории вероятностей и их применения". М.: КноРус.
2. Mann, H. B., & Whitney, D. R. (1947). "On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other". The annals of mathematical statistics, 18(1), 50-60.
3. Wilcoxon, F. (1945). "Individual comparisons by ranking methods". Biometrics bulletin, 1(6), 80-83.
4. Марков, А. А., Антонов, А. С., Михайлов, Е. А. (2017). "Робототехнические системы". СПб.: БХВ-Петербург.
5. Applegate, D. L., Bixby, R. E., Chvatal, V., Cook, W. J. (2006). "The Traveling Salesman Problem: A Computational Study". Princeton University Press.
6. Lawler, E. L. (1985). "The Traveling Salesman Problem: A Guided Tour of Combinatorial Optimization" (1st ed.). Wiley.
7. Laporte, G. (1992). "The Traveling Salesman Problem: An Overview of Exact and Approximate Algorithms". European Journal of Operational Research, 59(2), 231-247.

Приложения

Приложение А

Таблица значений параметризации стандартного генетического алгоритма
(зелёное – самое оптимальное решение, красное – самое наихудшее)

№	ПАРАМЕТРЫ АЛГОРИТМА	ЗНАЧЕНИЯ ЗАПУСКОВ	СРЕДНЕЕ ЗНАЧЕНИЕ
1	Generation = 10000 Mutation = 15 Population = 3 Crossover = 1	6051.72 6156.98 6166.82 5984.16 6031.16 5990.02 6135.56 6153.21 5984.73 6369.76	6102.41
2	Generation = 10000 Mutation = 15 Population = 3 Crossover = 2	6268.79 6123.25 5809.5 5701.48 6037.97 5997.47 6133.49 6045.89 5925.23 6000.94	6004.4
3	Generation = 10000 Mutation = 15 Population = 7 Crossover = 1	5839.41 5938.68 5962.19 5566.84 6175.47 6181.41 6009.05 6051.3 6350.05 5745.96	5982.04
4	Generation = 10000 Mutation = 15 Population = 7 Crossover = 2	5780.82 5771.17 6032.25 6372.66 5806.97 6050.5 6251.27 5920.82	5952.75

		5742.57 5798.45	
5	Generation = 10000 Mutation = 15 Population = 11 Crossover = 1	6006.43 6278.88 6271.85 5802.32 6343.98 6092.11 5892.04 6123.27 6022.89 6146.43	6098.02
6	Generation = 10000 Mutation = 15 Population = 11 Crossover = 2	6330.91 6220.19 6234.22 5980.44 6081.16 6278.27 6384.18 6224.36 6214.8 5945.45	6189.4
7	Generation = 10000 Mutation = 15 Population = 15 Crossover = 1	6336.78 5988.35 6315.1 6208.34 6017.13 5991.33 6443.28 6223.5 6432.71 6049.44	6200.59
8	Generation = 10000 Mutation = 15 Population = 15 Crossover = 2	6087.86 6440.71 6010.93 5996.07 6232.81 5773.5 6356.76 6276.67 6257.82 5953.46	6138.66
9	Generation = 10000 Mutation = 15 Population = 19 Crossover = 1	6041.4 6104.88 6183.3 6105.98 6026.18 6011.1 5989.04 6096.92 5963.13 6296.59	6081.85

10	Generation = 10000 Mutation = 15 Population = 19 Crossover = 2	6291.88 6266.59 6024.92 6413.49 6251.29 6278.66 6282.0 6218.43 6543.08 6021.81	6259.22
11	Generation = 10000 Mutation = 15 Population = 23 Crossover = 1	6335.43 6456.27 6597.62 6398.09 5898.25 6330.6 6283.12 6157.54 6259.54 6237.9	6295.44
12	Generation = 10000 Mutation = 15 Population = 23 Crossover = 2	6030.31 6264.73 6429.59 6477.22 6167.63 6400.64 6332.09 6129.39 6404.6 6144.83	6278.1
13	Generation = 10000 Mutation = 50 Population = 3 Crossover = 1	7429.44 7457.65 7377.62 7346.77 7238.2 7560.89 7578.26 7544.67 7475.93 7354.88	7436.43
14	Generation = 10000 Mutation = 50 Population = 3 Crossover = 2	7283.81 7423.6 7437.13 7459.74 7303.89 7466.78 7457.15 7427.8 7473.18 7441.36	7417.44
15	Generation = 10000 Mutation = 50	7547.07 7471.25	7426.39

	Population = 7 Crossover = 1	7496.57 7575.85 7041.84 7237.51 7545.65 7505.04 7532.13 7311.0	
16	Generation = 10000 Mutation = 50 Population = 7 Crossover = 2	7549.65 7343.06 7350.66 7502.93 7450.81 7430.46 7473.56 7270.35 7300.88 7511.11	7418.35
17	Generation = 10000 Mutation = 50 Population = 11 Crossover = 1	7177.49 7351.86 7167.77 7561.52 7345.28 7287.72 7046.94 7480.93 7404.99 7330.75	7315.53
18	Generation = 10000 Mutation = 50 Population = 11 Crossover = 2	7433.43 7415.8 7423.23 7331.39 7451.99 7349.8 7512.88 7247.41 7521.94 7513.27	7420.11
19	Generation = 10000 Mutation = 50 Population = 15 Crossover = 1	7347.21 7524.91 7306.87 7278.61 7349.49 7316.6 7475.9 7390.7 7520.6 7467.91	7397.88
20	Generation = 10000 Mutation = 50 Population = 15 Crossover = 2	7242.13 7524.04 7522.74 7510.46	7441.45

		7446.63 7561.13 7509.56 7369.79 7226.13 7501.94	
21	Generation = 10000 Mutation = 50 Population = 19 Crossover = 1	7397.19 7510.33 7516.6 7380.47 7467.5 7270.46 7314.36 7472.92 7562.4 7321.52	7421.37
22	Generation = 10000 Mutation = 50 Population = 19 Crossover = 2	7474.78 7437.22 7452.64 7423.02 7446.62 7511.02 7249.18 7562.72 7520.6 7521.02	7459.88
23	Generation = 10000 Mutation = 50 Population = 23 Crossover = 1	7335.66 7545.81 7091.6 7512.36 7448.24 7416.64 7480.18 7535.29 7536.74 7341.71	7424.43
24	Generation = 10000 Mutation = 50 Population = 23 Crossover = 2	7477.23 7550.03 7452.1 7582.03 7389.86 7209.62 7352.37 7550.2 7367.8 7605.78	7453.7
25	Generation = 10000 Mutation = 85 Population = 3 Crossover = 1	7499.86 7663.85 7558.48 7698.35 7563.65 7359.71	7557.37

		7527.52 7622.29 7560.04 7519.9	
26	Generation = 10000 Mutation = 85 Population = 3 Crossover = 2	7597.28 7328.25 7594.49 7731.3 7482.84 7751.83 7658.17 7790.75 7601.23 7624.68	7616.08
27	Generation = 10000 Mutation = 85 Population = 7 Crossover = 1	7565.33 7640.59 7610.15 7646.88 7585.97 7694.4 7629.22 7339.69 7495.07 7537.13	7574.44
28	Generation = 10000 Mutation = 85 Population = 7 Crossover = 2	7486.81 7669.41 7482.95 7465.35 7623.4 7476.36 7716.7 7716.62 7790.8 7653.44	7608.18
29	Generation = 10000 Mutation = 85 Population = 11 Crossover = 1	7559.25 7352.5 7297.86 7626.54 7483.71 7600.05 7495.24 7702.0 7733.64 7622.31	7547.31
30	Generation = 10000 Mutation = 85 Population = 11 Crossover = 2	7542.93 7778.36 7410.3 7455.35 7698.93 7716.29 7577.04 7451.73	7581.17

		7698.98 7481.84	
31	Generation = 10000 Mutation = 85 Population = 15 Crossover = 1	7175.42 7574.13 7578.8 7666.71 7462.49 7604.7 7503.96 7523.72 7479.7 7322.8	7489.24
32	Generation = 10000 Mutation = 85 Population = 15 Crossover = 2	7464.21 7610.04 7518.13 7561.18 7513.26 7676.22 7527.67 7435.19 7678.66 7611.91	7559.65
33	Generation = 10000 Mutation = 85 Population = 19 Crossover = 1	7395.41 7721.35 7560.11 7618.41 7479.6 7708.85 7453.76 7631.65 7308.9 7550.7	7542.87
34	Generation = 10000 Mutation = 85 Population = 19 Crossover = 2	7656.43 7374.91 7702.86 7456.17 7747.68 7561.82 7725.53 7624.71 7669.02 7691.21	7621.03
35	Generation = 10000 Mutation = 85 Population = 23 Crossover = 1	7682.47 7612.94 7625.74 7511.64 7704.12 7562.56 7550.3 7615.34 7590.29 7752.17	7620.76

36	Generation = 10000 Mutation = 85 Population = 23 Crossover = 2	7733.2 7575.41 7598.47 7599.76 7558.55 7700.55 7501.52 7695.68 7583.02 7717.05	7626.32
37	Generation = 30000 Mutation = 15 Population = 3 Crossover = 1	5704.93 5845.83 5454.96 5586.43 5655.25 5470.72 5439.87 5497.48 5878.77 5526.36	5606.06
38	Generation = 30000 Mutation = 15 Population = 3 Crossover = 2	5833.76 5967.79 5598.21 5336.39 5621.1 5668.57 5728.57 5151.5 5538.02 5254.47	5569.84
39	Generation = 30000 Mutation = 15 Population = 7 Crossover = 1	5661.46 5849.41 5511.88 5546.59 5341.23 5779.02 5820.6 5756.4 5768.16 5762.09	5679.68
40	Generation = 30000 Mutation = 15 Population = 7 Crossover = 2	5830.38 5750.75 5793.37 5459.57 5791.62 5805.7 5986.59 5761.23 5540.63 5628.79	5734.86
41	Generation = 30000 Mutation = 15	6068.63 5775.2	5805.31

	Population = 11 Crossover = 1	5622.68 5555.15 5535.29 5734.94 5680.58 6037.47 5804.98 6238.17	
42	Generation = 30000 Mutation = 15 Population = 11 Crossover = 2	5895.95 6122.87 6005.71 5948.44 5422.62 5893.31 5842.29 5875.91 5814.93 5773.75	5859.58
43	Generation = 30000 Mutation = 15 Population = 15 Crossover = 1	5852.22 5886.32 5770.37 5657.25 5863.65 5513.13 5724.79 5422.37 5837.45 5937.27	5746.48
44	Generation = 30000 Mutation = 15 Population = 15 Crossover = 2	5684.07 5768.74 5570.38 6041.45 5717.76 5739.41 6065.21 5581.2 6095.96 5940.48	5820.47
45	Generation = 30000 Mutation = 15 Population = 19 Crossover = 1	6180.89 5600.6 5759.84 5921.24 5863.32 5907.07 5949.58 6159.96 5955.02 5884.3	5918.18
46	Generation = 30000 Mutation = 15 Population = 19 Crossover = 2	5963.26 5921.44 5803.4 5916.57	5916.07

		5869.77 6012.49 5928.19 5645.81 5816.25 6283.57	
47	Generation = 30000 Mutation = 15 Population = 23 Crossover = 1	5839.91 5715.94 5782.61 5777.85 6084.25 5706.29 6032.08 5825.62 5965.59 5966.86	5869.7
48	Generation = 30000 Mutation = 15 Population = 23 Crossover = 2	5857.47 5724.1 6080.29 5901.21 5822.43 6385.66 5765.05 5694.07 5835.29 5776.62	5884.22
49	Generation = 30000 Mutation = 50 Population = 3 Crossover = 1	6939.92 7256.22 7383.44 7262.58 7199.63 7376.17 7118.18 7465.69 6735.3 7079.98	7181.71
50	Generation = 30000 Mutation = 50 Population = 3 Crossover = 2	7158.63 7210.04 7202.32 7286.14 7165.92 7037.01 7318.97 7184.39 7024.67 7084.62	7167.27
51	Generation = 30000 Mutation = 50 Population = 7 Crossover = 1	7071.98 7254.38 7317.63 7275.77 7440.96 7271.14	7258.49

		7226.08 7182.02 7297.95 7246.96	
52	Generation = 30000 Mutation = 50 Population = 7 Crossover = 2	7115.89 7197.02 7385.14 7403.8 7152.93 7288.03 7540.11 7332.35 7505.35 7241.37	7316.2
53	Generation = 30000 Mutation = 50 Population = 11 Crossover = 1	7416.77 7294.23 7169.59 7231.98 7154.78 7321.54 7280.56 7222.76 7127.23 7058.58	7227.8
54	Generation = 30000 Mutation = 50 Population = 11 Crossover = 2	7320.57 7285.63 7078.83 7380.09 7136.49 7170.93 7359.22 7253.2 7333.88 7208.15	7252.7
55	Generation = 30000 Mutation = 50 Population = 15 Crossover = 1	7172.34 7313.34 7310.74 7108.89 7206.43 7323.94 7177.01 7277.43 7287.99 7333.28	7251.14
56	Generation = 30000 Mutation = 50 Population = 15 Crossover = 2	7480.26 7152.01 7321.0 7254.97 7353.67 7231.8 7233.91 7116.12	7221.45

		6973.13 7097.59	
57	Generation = 30000 Mutation = 50 Population = 19 Crossover = 1	7277.79 7297.64 7429.05 7283.66 7407.19 7307.3 7278.33 7073.67 7255.58 7326.54	7293.68
58	Generation = 30000 Mutation = 50 Population = 19 Crossover = 2	7411.01 7365.56 7398.16 7313.72 7415.03 7326.77 7275.39 7342.23 7360.05 7290.85	7349.88
59	Generation = 30000 Mutation = 50 Population = 23 Crossover = 1	7398.54 7277.31 7303.26 7291.58 7269.67 7029.98 7413.27 7291.79 7196.78 7373.28	7284.55
60	Generation = 30000 Mutation = 50 Population = 23 Crossover = 2	7058.9 7154.65 7379.76 7327.38 7341.35 7310.97 7311.78 7463.9 7415.58 7315.86	7308.01
61	Generation = 30000 Mutation = 85 Population = 3 Crossover = 1	7606.76 7495.34 7521.37 7454.69 7477.02 7432.61 7610.47 7563.75 7577.59 7611.74	7535.13

62	Generation = 30000 Mutation = 85 Population = 3 Crossover = 2	7416.39 7335.56 7488.44 7333.37 7355.45 7465.19 7340.51 7328.47 7546.92 7582.29	7419.26
63	Generation = 30000 Mutation = 85 Population = 7 Crossover = 1	7510.27 7549.17 7291.74 7218.73 7449.19 7579.27 7414.59 7423.69 7370.8 7474.68	7428.21
64	Generation = 30000 Mutation = 85 Population = 7 Crossover = 2	7419.62 7581.8 7412.83 7540.33 7361.66 7556.93 7158.45 7310.79 7602.58 7504.61	7444.96
65	Generation = 30000 Mutation = 85 Population = 11 Crossover = 1	7429.42 7499.42 7585.35 7621.76 7609.87 7024.69 7599.27 7443.96 7499.74 7272.41	7458.59
66	Generation = 30000 Mutation = 85 Population = 11 Crossover = 2	7545.53 7539.9 7383.35 7567.41 7477.91 7360.42 7512.51 7547.71 7149.84 7684.64	7476.92
67	Generation = 30000 Mutation = 85	7389.0 7504.57	7445.53

	Population = 15 Crossover = 1	7481.21 7609.01 7169.65 7522.73 7643.77 7491.43 7309.33 7334.57	
68	Generation = 30000 Mutation = 85 Population = 15 Crossover = 2	7464.44 7189.45 7352.97 7521.52 7517.49 7478.26 7439.95 7351.13 7257.76 7502.63	7407.56
69	Generation = 30000 Mutation = 85 Population = 19 Crossover = 1	7489.41 7554.0 7644.47 7383.75 7342.89 7440.47 7358.36 7598.82 7392.44 7525.63	7473.02
70	Generation = 30000 Mutation = 85 Population = 19 Crossover = 2	7491.43 7585.42 7524.21 7318.77 7674.49 7600.25 7536.71 7398.45 7289.58 7395.72	7481.5
71	Generation = 30000 Mutation = 85 Population = 23 Crossover = 1	7463.23 7536.06 7474.38 7440.36 7435.51 7478.73 7496.15 7208.31 7513.99 7475.94	7452.26
72	Generation = 30000 Mutation = 85 Population = 23 Crossover = 2	7164.41 7464.74 7478.12 7570.65	7444.69

		7340.26 7617.82 7332.25 7405.71 7488.74 7584.23	
73	Generation = 50000 Mutation = 15 Population = 3 Crossover = 1	5423.33 5330.66 5215.47 5430.36 5284.91 5134.95 5402.84 5662.49 5321.05 5494.25	5370.03
74	Generation = 50000 Mutation = 15 Population = 3 Crossover = 2	5498.8 5481.92 5281.12 5667.07 5633.62 5298.74 5452.1 5418.9 5513.59 5342.17	5458.8
75	Generation = 50000 Mutation = 15 Population = 7 Crossover = 1	5647.63 5695.06 5510.16 5432.78 5826.01 5521.2 5705.07 5511.95 5774.56 5289.64	5591.4
76	Generation = 50000 Mutation = 15 Population = 7 Crossover = 2	5246.26 5203.33 5619.13 5388.33 5509.14 5546.18 5541.9 5578.5 5342.97 5643.48	5461.92
77	Generation = 50000 Mutation = 15 Population = 11 Crossover = 1	6063.59 5693.85 5725.85 5598.02 5670.02 5703.8	5698.81

		5833.31 5652.16 5822.57 5224.96	
78	Generation = 50000 Mutation = 15 Population = 11 Crossover = 2	5589.23 5677.2 5766.52 5797.05 5685.96 5649.16 5164.46 5474.49 5648.83 5863.3	5631.62
79	Generation = 50000 Mutation = 15 Population = 15 Crossover = 1	5877.87 5626.81 5869.12 5883.27 5655.91 5750.34 5676.85 5393.35 5511.11 5248.59	5649.32
80	Generation = 50000 Mutation = 15 Population = 15 Crossover = 2	5638.48 5572.22 5612.53 6033.57 5894.97 5710.96 5724.63 6124.65 5713.38 5788.4	5781.38
81	Generation = 50000 Mutation = 15 Population = 19 Crossover = 1	5897.95 5470.39 5664.36 5698.82 6055.03 5790.43 5762.78 5799.57 5627.4 5298.29	5706.5
82	Generation = 50000 Mutation = 15 Population = 19 Crossover = 2	5699.64 5668.64 5808.12 5781.9 5771.24 5853.83 5437.85 5852.94	5702.82

		5662.0 5492.06	
83	Generation = 50000 Mutation = 15 Population = 23 Crossover = 1	5825.14 5954.13 5693.25 5943.93 5614.36 5976.03 5729.49 5548.1 5607.28 5792.15	5768.39
84	Generation = 50000 Mutation = 15 Population = 23 Crossover = 2	5641.7 5543.78 5596.45 5730.02 5743.41 5930.54 5568.47 5818.2 5750.04 5841.33	5716.39
85	Generation = 50000 Mutation = 50 Population = 3 Crossover = 1	7048.61 7356.47 7079.49 7376.86 7308.47 7270.88 7042.2 7257.01 7354.32 7402.48	7249.68
86	Generation = 50000 Mutation = 50 Population = 3 Crossover = 2	6765.74 7038.53 7486.35 7173.05 7239.73 7336.91 7339.89 7317.88 6807.27 7252.63	7175.8
87	Generation = 50000 Mutation = 50 Population = 7 Crossover = 1	7239.39 7307.27 6732.98 6967.24 7188.57 7241.47 7203.91 7250.54 7261.31 7155.29	7154.8

88	Generation = 50000 Mutation = 50 Population = 7 Crossover = 2	7077.36 7290.84 7383.83 7146.37 7266.14 7036.27 7159.44 7233.98 7093.39 7009.34	7169.7
89	Generation = 50000 Mutation = 50 Population = 11 Crossover = 1	7314.52 7158.54 7268.58 7300.66 7257.62 7289.55 7274.88 7089.52 7190.67 7411.93	7255.65
90	Generation = 50000 Mutation = 50 Population = 11 Crossover = 2	7299.95 7359.94 7205.54 7051.48 7314.66 7162.69 7248.88 7235.24 7040.26 7309.1	7222.77
91	Generation = 50000 Mutation = 50 Population = 15 Crossover = 1	6977.94 7088.08 7296.91 7189.4 7108.57 7131.63 7226.26 7241.76 7175.96 7034.5	7147.1
92	Generation = 50000 Mutation = 50 Population = 15 Crossover = 2	7164.94 7274.58 7228.23 6882.24 7290.21 7248.23 7092.61 7178.28 7155.63 7240.95	7175.59
93	Generation = 50000 Mutation = 50	6967.27 7101.93	7157.68

	Population = 19 Crossover = 1	7213.03 7233.46 7270.35 7038.21 7258.45 7236.06 7059.81 7198.23	
94	Generation = 50000 Mutation = 50 Population = 19 Crossover = 2	6894.52 7105.68 7289.38 7389.11 7357.11 7242.98 7421.74 7175.66 7101.01 7192.78	7217.0
95	Generation = 50000 Mutation = 50 Population = 23 Crossover = 1	6997.55 7144.52 7306.7 7339.25 7274.28 7182.67 7268.46 6924.21 7183.77 7280.74	7190.22
96	Generation = 50000 Mutation = 50 Population = 23 Crossover = 2	7126.89 7379.15 7379.68 7265.57 6964.59 7246.13 7297.53 7347.65 7216.01 7219.98	7244.32
97	Generation = 50000 Mutation = 85 Population = 3 Crossover = 1	7267.58 7462.78 7577.79 7437.67 7516.54 7431.6 7335.32 7352.36 7388.62 7268.97	7403.92
98	Generation = 50000 Mutation = 85 Population = 3 Crossover = 2	7498.21 7408.18 7426.59 7265.74	7456.32

		7608.0 7330.42 7498.26 7396.58 7545.13 7586.07	
99	Generation = 50000 Mutation = 85 Population = 7 Crossover = 1	7401.12 7574.48 7272.75 7566.05 7531.96 7269.87 7224.14 7484.42 7172.65 7108.47	7360.59
100	Generation = 50000 Mutation = 85 Population = 7 Crossover = 2	7354.53 7510.2 7416.5 7386.38 7433.94 7481.33 7357.23 7446.77 7403.39 7488.27	7427.85
101	Generation = 50000 Mutation = 85 Population = 11 Crossover = 1	7622.25 7066.29 7290.89 7472.39 7340.6 7638.38 7473.11 7444.38 7462.95 7655.92	7446.72
102	Generation = 50000 Mutation = 85 Population = 11 Crossover = 2	7358.36 7171.82 7461.88 7423.76 7598.84 7524.22 7475.97 7475.49 7486.29 7384.19	7436.08
103	Generation = 50000 Mutation = 85 Population = 15 Crossover = 1	7356.8 7619.67 7314.81 7376.13 7554.75 7469.53	7434.2

		7368.05 7369.45 7421.51 7491.29	
104	Generation = 50000 Mutation = 85 Population = 15 Crossover = 2	7376.61 7399.03 7501.48 7311.04 7326.64 7446.94 7586.81 7529.29 7360.16 7526.05	7436.4
105	Generation = 50000 Mutation = 85 Population = 19 Crossover = 1	7171.96 7495.69 7406.54 7315.58 7501.75 7288.72 7302.61 7592.93 7327.65 7386.4	7378.98
106	Generation = 50000 Mutation = 85 Population = 19 Crossover = 2	7478.21 7486.56 7295.4 7485.34 7407.48 7191.89 7400.72 7550.49 7336.34 7546.46	7417.89
107	Generation = 50000 Mutation = 85 Population = 23 Crossover = 1	7532.39 7442.19 7429.4 7465.82 7359.75 7239.38 7389.18 7441.18 7449.73 7442.44	7419.15
108	Generation = 50000 Mutation = 85 Population = 23 Crossover = 2	7398.37 7479.37 7573.08 7570.97 7355.49 7319.0 7465.08 7494.11	7419.02

		7236.49 7298.24	
109	Generation = 70000 Mutation = 15 Population = 3 Crossover = 1	5261.32 5316.56 5505.61 4984.05 5412.67 5132.23 5305.87 5365.39 5176.23 5545.99	5300.59
110	Generation = 70000 Mutation = 15 Population = 3 Crossover = 2	5257.82 5299.24 5663.69 5424.39 5279.24 5344.3 5427.37 5180.25 5383.59 5308.84	5356.87
111	Generation = 70000 Mutation = 15 Population = 7 Crossover = 1	5559.85 5303.51 5534.57 5168.75 5239.64 5365.42 5522.85 5383.33 5307.73 5539.92	5392.56
112	Generation = 70000 Mutation = 15 Population = 7 Crossover = 2	5326.99 5444.73 4907.92 5738.79 5262.06 5603.75 5503.16 5492.04 5619.17 5428.92	5432.75
113	Generation = 70000 Mutation = 15 Population = 11 Crossover = 1	5565.3 5650.44 5493.2 5616.17 5445.42 5479.87 5613.93 5762.74 5628.11 5580.57	5583.57

114	Generation = 70000 Mutation = 15 Population = 11 Crossover = 2	5652.01 5802.18 5483.63 5764.32 5794.16 5338.13 5501.11 5561.03 5674.56 5498.49	5606.96
115	Generation = 70000 Mutation = 15 Population = 15 Crossover = 1	5243.41 5327.49 5460.04 5433.27 5769.77 5157.2 5599.57 5317.73 5544.84 5322.85	5417.62
116	Generation = 70000 Mutation = 15 Population = 15 Crossover = 2	5589.54 5439.78 5615.83 5273.08 5431.05 5439.36 5797.79 5568.65 5741.94 5215.6	5511.26
117	Generation = 70000 Mutation = 15 Population = 19 Crossover = 1	5501.93 5633.83 5597.32 5483.93 5556.4 5523.88 5408.25 5558.19 5007.99 5384.59	5465.63
118	Generation = 70000 Mutation = 15 Population = 19 Crossover = 2	5599.1 5598.88 5710.41 5472.67 5889.8 5602.44 5393.02 5614.21 5615.44 5691.11	5618.71
119	Generation = 70000 Mutation = 15	5686.7 5672.97	5580.05

	Population = 23 Crossover = 1	5831.77 5681.74 5469.15 5173.32 5530.82 5698.23 5502.36 5553.47	
120	Generation = 70000 Mutation = 15 Population = 23 Crossover = 2	5629.01 5812.95 5455.2 5442.91 5416.2 5550.41 5630.33 5539.01 5333.46 5578.3	5538.78
121	Generation = 70000 Mutation = 50 Population = 3 Crossover = 1	7041.72 7134.54 7123.21 7137.34 6877.22 7294.66 7212.54 7072.74 7232.49 7206.04	7133.25
122	Generation = 70000 Mutation = 50 Population = 3 Crossover = 2	6993.21 7066.45 7017.58 7220.35 7098.72 7141.24 7115.45 7130.64 7182.22 7203.1	7116.9
123	Generation = 70000 Mutation = 50 Population = 7 Crossover = 1	7212.07 7350.91 7041.47 7317.27 7159.55 7052.43 7306.59 7195.33 7194.25 6995.64	7182.55
124	Generation = 70000 Mutation = 50 Population = 7 Crossover = 2	7081.18 7254.32 7018.35 7030.9	7150.98

		7300.45 7195.23 7198.2 7004.63 7231.06 7195.54	
125	Generation = 70000 Mutation = 50 Population = 11 Crossover = 1	7215.13 7246.14 7067.67 7021.18 7351.62 7248.71 7307.54 7102.17 6811.76 7151.8	7152.37
126	Generation = 70000 Mutation = 50 Population = 11 Crossover = 2	7124.01 7193.78 7082.39 7263.91 7227.96 7204.9 7231.31 7136.84 7019.37 7202.45	7168.69
127	Generation = 70000 Mutation = 50 Population = 15 Crossover = 1	7161.84 7199.65 7157.56 7080.53 7218.07 7212.42 7052.04 7175.78 7089.72 7163.92	7151.15
128	Generation = 70000 Mutation = 50 Population = 15 Crossover = 2	7143.95 6917.32 7164.98 7140.01 7006.56 7115.56 7201.22 7209.37 7157.0 7332.79	7138.88
129	Generation = 70000 Mutation = 50 Population = 19 Crossover = 1	7159.56 6875.95 7197.09 7107.22 7081.46 7097.15	7145.97

		7183.6 7314.28 7186.96 7256.45	
130	Generation = 70000 Mutation = 50 Population = 19 Crossover = 2	7256.18 6888.96 7099.04 7235.37 7055.9 7115.15 7132.58 7283.51 7165.31 7231.86	7146.39
131	Generation = 70000 Mutation = 50 Population = 23 Crossover = 1	6933.84 7027.05 7374.13 7017.93 7044.71 7276.62 7130.68 7330.1 7345.02 7121.69	7160.18
132	Generation = 70000 Mutation = 50 Population = 23 Crossover = 2	7277.75 7071.06 7259.83 7219.35 7201.38 7193.71 7309.5 7196.22 7312.45 7222.03	7226.33
133	Generation = 70000 Mutation = 85 Population = 3 Crossover = 1	7169.15 7449.32 7431.06 7419.26 7443.05 7390.12 7440.91 7255.15 7583.09 7387.48	7396.86
134	Generation = 70000 Mutation = 85 Population = 3 Crossover = 2	7307.63 7433.68 7418.51 7462.36 7392.21 7225.92 7519.77 7051.67	7376.77

		7521.18 7434.78	
135	Generation = 70000 Mutation = 85 Population = 7 Crossover = 1	7232.66 7514.99 7394.27 7348.79 7236.18 7497.01 7452.88 7138.49 7551.45 7198.04	7356.48
136	Generation = 70000 Mutation = 85 Population = 7 Crossover = 2	7568.48 7368.75 7330.45 7528.35 7423.12 7426.05 7500.67 7346.05 7417.8 7565.88	7447.56
137	Generation = 70000 Mutation = 85 Population = 11 Crossover = 1	7359.61 7376.64 7445.08 7504.84 7400.23 7282.06 7580.13 7493.8 7434.87 7429.63	7430.69
138	Generation = 70000 Mutation = 85 Population = 11 Crossover = 2	7354.76 7478.03 7294.56 6990.78 7410.01 7256.15 7538.07 7241.96 7399.39 7497.97	7346.17
139	Generation = 70000 Mutation = 85 Population = 15 Crossover = 1	7506.19 7382.61 7490.27 7251.32 7513.82 7523.89 7504.02 7495.57 7460.77 7563.66	7469.21

140	Generation = 70000 Mutation = 85 Population = 15 Crossover = 2	7370.01 7428.17 7384.44 7275.37 7390.55 7398.48 7332.6 7145.98 7417.47 7394.12	7353.72
141	Generation = 70000 Mutation = 85 Population = 19 Crossover = 1	7412.83 7465.58 7443.64 7348.36 7457.7 7488.5 7370.07 7252.84 7377.44 7129.22	7374.62
142	Generation = 70000 Mutation = 85 Population = 19 Crossover = 2	7478.56 7353.13 7033.64 7473.84 7374.68 7505.28 7361.77 7474.66 7379.79 7489.08	7392.44
143	Generation = 70000 Mutation = 85 Population = 23 Crossover = 1	7282.56 7254.18 7261.61 7461.4 7447.46 7456.59 7301.89 7346.08 7426.45 7595.24	7383.35
144	Generation = 70000 Mutation = 85 Population = 23 Crossover = 2	7180.84 7409.16 7516.33 7348.43 7369.94 7462.74 7318.83 7445.15 7285.18 7256.98	7359.36
145	Generation = 90000 Mutation = 15	5116.03 5475.15	5243.06

	Population = 3 Crossover = 1	4793.92 5053.98 4997.55 5467.64 5566.6 5316.31 5488.03 5155.43	
146	Generation = 90000 Mutation = 15 Population = 3 Crossover = 2	5050.58 4957.66 5315.53 5301.87 5060.24 5145.78 5349.01 5222.1 5201.38 5210.01	5181.42
147	Generation = 90000 Mutation = 15 Population = 7 Crossover = 1	5698.41 5357.85 5409.07 5170.58 5564.67 5318.8 5169.99 5468.71 5385.75 5191.21	5373.5
148	Generation = 90000 Mutation = 15 Population = 7 Crossover = 2	5360.67 5289.13 5664.07 5310.04 5327.64 5187.37 5344.2 5142.75 5633.45 5424.38	5368.37
149	Generation = 90000 Mutation = 15 Population = 11 Crossover = 1	5344.93 5303.31 5111.92 5107.73 5656.67 5111.82 5415.31 5321.34 5543.46 5270.56	5318.7
150	Generation = 90000 Mutation = 15 Population = 11 Crossover = 2	5664.9 5673.63 5535.2 5219.97	5359.62

		5375.07 5250.53 5110.26 5251.93 5397.44 5117.25	
151	Generation = 90000 Mutation = 15 Population = 15 Crossover = 1	5497.75 5225.29 5350.96 5606.49 5298.13 5395.92 5531.73 5233.68 5147.03 5265.35	5355.23
152	Generation = 90000 Mutation = 15 Population = 15 Crossover = 2	5568.59 5372.66 5640.45 5534.41 5144.19 5274.37 5482.3 5561.39 4979.93 5428.66	5398.7
153	Generation = 90000 Mutation = 15 Population = 19 Crossover = 1	5725.06 5466.05 5320.84 5462.04 5418.28 5517.13 5363.69 5436.72 5282.34 5610.7	5460.28
154	Generation = 90000 Mutation = 15 Population = 19 Crossover = 2	5412.55 5457.92 5587.62 5981.98 5128.2 5537.97 5613.77 5570.85 5651.56 5352.7	5529.51
155	Generation = 90000 Mutation = 15 Population = 23 Crossover = 1	5203.76 5617.77 5445.72 5572.55 5484.94 5651.11	5480.52

		5561.46 5516.2 5411.72 5339.99	
156	Generation = 90000 Mutation = 15 Population = 23 Crossover = 2	5599.63 5423.67 5718.87 5651.54 5451.31 5558.69 5647.7 5590.51 5545.14 5346.71	5553.38
157	Generation = 90000 Mutation = 50 Population = 3 Crossover = 1	7197.67 6890.57 7267.9 7049.13 7131.98 6921.29 7220.3 6992.14 7091.26 7291.47	7105.37
158	Generation = 90000 Mutation = 50 Population = 3 Crossover = 2	7167.44 7038.49 7179.44 6933.22 6927.93 7240.15 6953.12 7062.37 6930.03 7346.86	7077.91
159	Generation = 90000 Mutation = 50 Population = 7 Crossover = 1	6981.8 7086.91 7301.93 7173.84 7032.38 7098.74 6936.39 7199.08 7300.87 7180.96	7129.29
160	Generation = 90000 Mutation = 50 Population = 7 Crossover = 2	7219.87 7285.43 7295.47 7109.0 7195.9 7048.68 7012.89 7160.55	7111.56

		7026.41 6761.39	
161	Generation = 90000 Mutation = 50 Population = 11 Crossover = 1	7222.78 7298.43 7080.22 7345.59 7005.83 7116.15 6887.6 7172.14 7187.88 7163.28	7147.99
162	Generation = 90000 Mutation = 50 Population = 11 Crossover = 2	7040.46 7096.61 7287.51 7006.77 6902.89 7073.89 6697.93 7067.99 7235.21 7113.61	7052.29
163	Generation = 90000 Mutation = 50 Population = 15 Crossover = 1	7183.86 7286.03 7181.6 7027.92 7137.06 7092.2 7043.51 7023.7 6972.15 7054.04	7100.2
164	Generation = 90000 Mutation = 50 Population = 15 Crossover = 2	7186.22 7185.69 7148.3 7202.68 7358.78 7021.44 7293.01 6848.7 7303.28 7322.11	7187.02
165	Generation = 90000 Mutation = 50 Population = 19 Crossover = 1	7162.56 7072.21 7085.4 7214.32 7124.57 7251.99 7240.23 6825.66 7009.82 7111.8	7109.86

166	Generation = 90000 Mutation = 50 Population = 19 Crossover = 2	7312.01 7335.38 7209.53 6887.65 7203.16 7008.69 7077.14 7248.41 6920.66 7370.83	7157.35
167	Generation = 90000 Mutation = 50 Population = 23 Crossover = 1	7277.38 6930.9 7265.14 6897.5 7147.95 7108.77 7150.49 7250.23 7096.57 7210.99	7133.59
168	Generation = 90000 Mutation = 50 Population = 23 Crossover = 2	7223.36 7019.68 6906.23 6993.49 7241.34 6880.17 7226.44 7164.8 7206.05 7111.5	7097.31
169	Generation = 90000 Mutation = 85 Population = 3 Crossover = 1	7541.37 7559.53 7235.75 7371.1 7336.93 7019.86 7348.31 7445.22 7219.49 7368.65	7344.62
170	Generation = 90000 Mutation = 85 Population = 3 Crossover = 2	7191.33 7398.12 7482.45 7366.1 7443.19 7332.7 7313.97 7323.75 7466.99 7410.4	7372.9
171	Generation = 90000 Mutation = 85	7326.88 7099.89	7324.8

	Population = 7 Crossover = 1	7357.63 7438.37 7499.67 7047.32 7371.95 7388.02 7473.42 7244.83	
172	Generation = 90000 Mutation = 85 Population = 7 Crossover = 2	7348.56 7264.23 7341.02 7352.21 7333.15 7471.45 7447.28 7342.83 7335.15 7463.09	7369.9
173	Generation = 90000 Mutation = 85 Population = 11 Crossover = 1	7377.06 7455.19 6972.99 7260.1 7421.64 7521.52 7355.7 7424.29 7380.14 7379.53	7354.82
174	Generation = 90000 Mutation = 85 Population = 11 Crossover = 2	7285.91 7391.59 7354.68 7344.42 6905.17 7151.3 7387.87 7012.66 7356.83 7330.84	7252.13
175	Generation = 90000 Mutation = 85 Population = 15 Crossover = 1	7256.16 7399.39 7500.9 7300.26 7369.2 7392.97 7494.63 7238.96 7529.62 7546.05	7402.81
176	Generation = 90000 Mutation = 85 Population = 15 Crossover = 2	7419.95 7378.2 7421.5 7357.54	7386.72

		7406.6 7295.86 7403.08 7238.65 7563.1 7382.72	
177	Generation = 90000 Mutation = 85 Population = 19 Crossover = 1	7465.03 7215.81 7381.23 7230.37 7460.29 7421.17 7329.77 7319.82 7179.99 7543.59	7354.71
178	Generation = 90000 Mutation = 85 Population = 19 Crossover = 2	7444.55 7394.78 7320.44 7302.48 7254.92 7323.57 7407.75 7393.32 7401.39 7233.37	7347.66
179	Generation = 90000 Mutation = 85 Population = 23 Crossover = 1	7404.36 7204.98 7196.09 7464.65 7348.01 7373.99 7407.16 7224.85 7512.14 7354.52	7349.08
180	Generation = 90000 Mutation = 85 Population = 23 Crossover = 2	7421.97 7352.24 7279.14 7317.43 7288.72 7216.6 7426.13 7199.02 7430.86 7513.47	7344.56
181	Generation = 110000 Mutation = 15 Population = 3 Crossover = 1	5348.46 4975.83 5118.28 4989.5 5512.2 5290.43	5175.96

		5196.64 5135.18 5202.89 4990.15	
182	Generation = 110000 Mutation = 15 Population = 3 Crossover = 2	5296.56 5380.91 5428.22 5314.82 5102.45 4970.08 5350.36 5171.89 5458.61 5231.21	5270.51
183	Generation = 110000 Mutation = 15 Population = 7 Crossover = 1	5530.31 5385.13 5264.68 4840.68 5104.62 5379.65 5644.54 5265.41 5106.06 5473.59	5299.47
184	Generation = 110000 Mutation = 15 Population = 7 Crossover = 2	5353.69 5507.24 5039.9 5099.32 5605.97 5318.46 4950.53 5255.77 4779.47 5067.76	5197.81
185	Generation = 110000 Mutation = 15 Population = 11 Crossover = 1	5362.31 5135.13 5428.87 5209.85 5028.24 5523.34 5462.5 5156.62 5115.77 5115.57	5253.82
186	Generation = 110000 Mutation = 15 Population = 11 Crossover = 2	5639.68 5247.84 5481.13 5360.13 5446.34 5326.57 5348.02 4675.55	5315.47

		5293.7 5335.72	
187	Generation = 110000 Mutation = 15 Population = 15 Crossover = 1	5388.67 5518.02 5625.15 5262.15 5292.79 5263.75 5209.76 5275.56 5334.93 5156.66	5332.74
188	Generation = 110000 Mutation = 15 Population = 15 Crossover = 2	5521.72 5425.86 5540.9 5335.35 5174.37 5606.88 5105.55 5623.63 5413.16 5292.05	5403.95
189	Generation = 110000 Mutation = 15 Population = 19 Crossover = 1	5568.45 5399.75 5249.59 5398.64 5378.85 5651.43 4909.08 5332.92 5526.49 5331.89	5374.71
190	Generation = 110000 Mutation = 15 Population = 19 Crossover = 2	5538.32 5002.12 5432.05 5340.44 5544.56 5347.3 5303.94 5378.92 5323.82 5592.18	5380.37
191	Generation = 110000 Mutation = 15 Population = 23 Crossover = 1	5520.65 5241.59 5430.45 5412.96 5599.76 5522.21 5641.26 5453.36 5262.47 5474.71	5455.94

192	Generation = 110000 Mutation = 15 Population = 23 Crossover = 2	5413.54 5291.53 5712.43 5712.26 5279.38 5648.44 5474.82 5392.98 5348.5 5456.39	5473.03
193	Generation = 110000 Mutation = 50 Population = 3 Crossover = 1	7142.62 6724.2 7143.02 7201.73 7184.06 6964.58 7108.05 6957.43 7128.77 7238.21	7079.27
194	Generation = 110000 Mutation = 50 Population = 3 Crossover = 2	7103.45 7146.77 7097.79 7135.6 7264.71 6999.03 7053.78 7012.63 7081.3 6788.79	7068.39
195	Generation = 110000 Mutation = 50 Population = 7 Crossover = 1	7008.09 7135.63 6979.36 6793.05 6998.18 7108.11 7115.97 6870.34 7070.01 7203.03	7028.18
196	Generation = 110000 Mutation = 50 Population = 7 Crossover = 2	7037.18 7230.56 7158.5 6669.52 7153.39 7258.99 6990.86 6865.54 7094.8 7092.8	7055.21
197	Generation = 110000 Mutation = 50	7120.45 7228.03	7127.94

	Population = 11 Crossover = 1	7160.29 7132.77 7041.22 7012.77 7069.3 7189.32 7080.85 7244.36	
198	Generation = 110000 Mutation = 50 Population = 11 Crossover = 2	6975.73 7211.95 7270.7 7080.49 7311.28 7141.34 7339.29 7036.0 7186.96 6830.74	7138.45
199	Generation = 110000 Mutation = 50 Population = 15 Crossover = 1	7031.01 7160.13 6955.73 6894.81 6916.77 7258.91 7167.34 6944.2 7024.33 7155.79	7050.9
200	Generation = 110000 Mutation = 50 Population = 15 Crossover = 2	7127.48 7019.59 7053.04 7129.58 7255.54 6950.73 7236.67 7253.49 7332.22 6992.31	7135.06
201	Generation = 110000 Mutation = 50 Population = 19 Crossover = 1	7202.47 7078.96 7261.82 7154.74 7077.72 6891.71 7235.48 7043.18 6907.6 7193.97	7104.77
202	Generation = 110000 Mutation = 50 Population = 19 Crossover = 2	7162.13 7249.93 7178.76 6957.71	7112.48

		7156.78 7103.96 6792.53 7042.96 7305.29 7174.79	
203	Generation = 110000 Mutation = 50 Population = 23 Crossover = 1	7185.97 7013.27 7004.28 7279.45 7223.05 7172.22 7109.95 7402.02 7239.09 7030.84	7166.01
204	Generation = 110000 Mutation = 50 Population = 23 Crossover = 2	7210.35 6926.03 7128.77 6901.65 7128.6 7004.93 7053.83 7302.93 7139.8 7047.39	7084.43
205	Generation = 110000 Mutation = 85 Population = 3 Crossover = 1	7335.12 7419.03 7505.33 7387.1 7227.75 7425.71 7385.35 7321.17 7404.13 7333.28	7374.4
206	Generation = 110000 Mutation = 85 Population = 3 Crossover = 2	7390.27 7460.85 7340.36 7342.44 7099.25 7265.96 7337.72 7257.2 7301.12 7023.25	7281.84
207	Generation = 110000 Mutation = 85 Population = 7 Crossover = 1	7513.34 7293.67 7330.65 7526.88 7454.65 7328.13	7375.11

		7365.52 7282.58 7314.45 7341.24	
208	Generation = 110000 Mutation = 85 Population = 7 Crossover = 2	7338.4 7176.98 7203.74 7250.88 7386.71 7378.38 7341.14 7201.07 7402.27 7276.24	7295.58
209	Generation = 110000 Mutation = 85 Population = 11 Crossover = 1	7180.24 7408.3 7452.4 7385.19 7262.19 7481.7 7438.47 7440.25 7448.57 7385.22	7388.25
210	Generation = 110000 Mutation = 85 Population = 11 Crossover = 2	7445.75 7195.11 7405.4 7345.31 7163.12 7281.8 7447.82 7428.91 7420.27 7211.77	7334.53
211	Generation = 110000 Mutation = 85 Population = 15 Crossover = 1	7157.65 7366.87 7466.59 7426.97 7006.3 7414.27 7468.82 7464.31 7472.96 7420.17	7366.49
212	Generation = 110000 Mutation = 85 Population = 15 Crossover = 2	7378.46 7248.29 7396.57 7247.52 7273.74 7457.47 7326.98 7228.95	7341.77

		7484.32 7375.34	
213	Generation = 110000 Mutation = 85 Population = 19 Crossover = 1	7260.97 7243.32 7001.69 7356.27 7014.79 7354.91 7368.31 7443.63 7298.07 7169.83	7251.18
214	Generation = 110000 Mutation = 85 Population = 19 Crossover = 2	7329.23 7492.13 7320.68 7118.2 7308.4 7274.98 7369.75 7393.42 7359.85 7322.25	7328.89
215	Generation = 110000 Mutation = 85 Population = 23 Crossover = 1	7263.08 7493.12 7177.78 7336.87 7374.48 7286.5 7260.12 7404.31 7255.1 7425.83	7327.72
216	Generation = 110000 Mutation = 85 Population = 23 Crossover = 2	7399.5 7315.5 7212.44 7193.77 7360.2 7340.98 7350.48 7452.11 7362.36 7352.43	7333.98
217	Generation = 130000 Mutation = 15 Population = 3 Crossover = 1	5050.34 5176.51 5181.26 4940.84 5329.18 4975.65 4903.36 4570.17 5010.61 4898.69	5003.66

218	Generation = 130000 Mutation = 15 Population = 3 Crossover = 2	4990.75 5030.68 4856.1 5261.02 5156.13 5241.83 5196.89 4895.3 5221.73 5163.22	5101.37
219	Generation = 130000 Mutation = 15 Population = 7 Crossover = 1	4991.2 5189.67 5552.26 5314.18 5336.0 5095.05 5263.09 5435.56 4908.68 4847.3	5193.3
220	Generation = 130000 Mutation = 15 Population = 7 Crossover = 2	5215.72 5246.19 5251.3 5432.91 5547.22 5381.13 4980.77 5308.85 5337.49 5199.93	5290.15
221	Generation = 130000 Mutation = 15 Population = 11 Crossover = 1	5302.67 5241.17 5180.05 5234.76 5445.91 5319.78 5226.19 5122.19 5270.94 5234.91	5257.86
222	Generation = 130000 Mutation = 15 Population = 11 Crossover = 2	5360.52 5517.28 5281.91 5451.14 5590.69 5364.5 5711.68 5378.31 5309.29 5062.09	5402.74
223	Generation = 130000 Mutation = 15	5039.26 5131.69	5347.42

	Population = 15 Crossover = 1	5566.19 5263.73 5472.96 5667.25 4896.36 5550.91 5574.47 5311.37	
224	Generation = 130000 Mutation = 15 Population = 15 Crossover = 2	5397.11 5482.72 5460.62 5171.86 4822.86 5230.91 5466.76 5239.55 5212.78 5105.22	5259.04
225	Generation = 130000 Mutation = 15 Population = 19 Crossover = 1	5451.93 5492.46 5405.97 5312.38 5528.0 5377.5 5479.74 5244.39 5275.6 5339.21	5390.72
226	Generation = 130000 Mutation = 15 Population = 19 Crossover = 2	5260.71 5370.96 5397.66 5752.09 5094.17 5591.4 5486.96 5285.07 5445.59 5229.66	5391.43
227	Generation = 130000 Mutation = 15 Population = 23 Crossover = 1	5552.13 5499.58 5597.91 5130.21 5638.84 5397.84 5526.0 5334.08 5217.14 5305.31	5419.9
228	Generation = 130000 Mutation = 15 Population = 23 Crossover = 2	5499.29 5379.42 5438.96 5453.16	5389.91

		5397.94 5522.4 5291.68 5213.86 5088.83 5613.56	
229	Generation = 130000 Mutation = 50 Population = 3 Crossover = 1	7218.72 6855.17 6818.91 7069.6 7061.72 7111.5 7048.93 6904.74 6872.79 6771.8	6973.39
230	Generation = 130000 Mutation = 50 Population = 3 Crossover = 2	6850.1 7149.3 6952.78 6965.51 7036.16 7205.04 7031.8 6988.28 7050.35 7025.84	7025.51
231	Generation = 130000 Mutation = 50 Population = 7 Crossover = 1	7169.8 7178.52 7020.99 6827.83 6906.65 7048.91 7138.29 7137.26 7072.27 6995.2	7049.57
232	Generation = 130000 Mutation = 50 Population = 7 Crossover = 2	7036.53 7083.75 7208.23 6891.49 7165.81 6975.85 7189.83 6973.21 7146.36 7259.58	7093.07
233	Generation = 130000 Mutation = 50 Population = 11 Crossover = 1	7128.16 7041.28 6821.09 7185.22 7079.65 6917.19	7061.43

		7231.23 7089.91 6851.13 7269.44	
234	Generation = 130000 Mutation = 50 Population = 11 Crossover = 2	7085.96 6899.38 7180.03 7268.81 7156.86 7118.69 7118.07 7151.14 7069.84 6874.78	7092.36
235	Generation = 130000 Mutation = 50 Population = 15 Crossover = 1	7135.94 7119.06 7181.49 6999.78 7111.19 7104.81 7007.74 7317.6 7186.35 7083.12	7124.71
236	Generation = 130000 Mutation = 50 Population = 15 Crossover = 2	7109.56 7069.23 7092.39 7010.76 7042.28 7044.79 7142.21 7080.93 7096.6 7130.64	7081.94
237	Generation = 130000 Mutation = 50 Population = 19 Crossover = 1	7115.11 7087.74 6955.78 7102.42 7131.82 7177.1 6755.46 6877.16 6930.02 7055.28	7018.79
238	Generation = 130000 Mutation = 50 Population = 19 Crossover = 2	7263.57 7069.18 7077.14 6953.39 7029.93 7057.54 7088.14 6906.42	7060.91

		7142.69 7021.07	
239	Generation = 130000 Mutation = 50 Population = 23 Crossover = 1	7213.32 7303.9 7228.26 7061.16 7250.91 7193.51 7173.24 7130.09 6962.31 7245.59	7176.23
240	Generation = 130000 Mutation = 50 Population = 23 Crossover = 2	6998.71 7153.95 6889.17 7196.12 7227.9 7017.92 7189.27 6911.05 7115.89 7102.64	7080.26
241	Generation = 130000 Mutation = 85 Population = 3 Crossover = 1	7176.84 7487.55 7208.79 7206.31 7140.17 7462.73 7380.5 7374.44 7415.68 7301.51	7315.45
242	Generation = 130000 Mutation = 85 Population = 3 Crossover = 2	6688.82 7185.83 7377.73 7444.44 7265.41 7094.9 7254.76 7320.03 7458.83 7250.82	7234.16
243	Generation = 130000 Mutation = 85 Population = 7 Crossover = 1	7200.47 7442.99 7357.33 7216.49 7509.04 7306.74 7383.51 7314.68 7315.13 7337.74	7338.41

244	Generation = 130000 Mutation = 85 Population = 7 Crossover = 2	7389.29 7325.57 7352.61 7398.66 7384.33 7406.02 7291.4 7481.09 7349.84 7215.99	7359.48
245	Generation = 130000 Mutation = 85 Population = 11 Crossover = 1	7370.34 7379.21 7340.54 7377.8 7270.81 7264.07 7301.6 7204.24 7456.94 7014.74	7298.03
246	Generation = 130000 Mutation = 85 Population = 11 Crossover = 2	7136.62 7447.59 7363.43 7299.76 7380.77 7387.73 7299.35 7442.9 7326.46 7472.77	7355.74
247	Generation = 130000 Mutation = 85 Population = 15 Crossover = 1	7414.54 7353.24 7206.32 7322.61 7406.63 7240.49 7337.87 7455.79 7385.11 7417.5	7354.01
248	Generation = 130000 Mutation = 85 Population = 15 Crossover = 2	7541.19 7461.61 7316.64 7275.72 7255.86 7368.31 7285.75 7392.46 7324.75 7117.14	7333.94
249	Generation = 130000 Mutation = 85	7437.64 7452.12	7337.38

	Population = 19 Crossover = 1	7347.94 7091.26 7385.99 7372.82 7288.26 7424.53 7284.79 7288.41	
250	Generation = 130000 Mutation = 85 Population = 19 Crossover = 2	7262.3 7388.3 7273.01 7509.92 7318.28 7455.96 7170.89 7283.2 7364.63 7441.8	7346.83
251	Generation = 130000 Mutation = 85 Population = 23 Crossover = 1	6931.46 7340.44 7196.0 7350.66 7447.2 7385.29 7418.93 7391.43 7441.77 7165.46	7306.86
252	Generation = 130000 Mutation = 85 Population = 23 Crossover = 2	7407.85 7343.62 7278.34 7307.16 7061.7 7259.41 7372.98 7332.54 7370.95 7318.17	7305.27
253	Generation = 150000 Mutation = 15 Population = 3 Crossover = 1	5349.52 5068.43 5064.55 5234.3 5308.51 4733.81 5003.62 5061.64 5346.0 5395.51	5156.59
254	Generation = 150000 Mutation = 15 Population = 3 Crossover = 2	5073.01 5527.33 5116.86 5615.06	5170.95

		4744.71 5076.1 5121.02 4982.34 5277.11 5175.95	
255	Generation = 150000 Mutation = 15 Population = 7 Crossover = 1	4943.99 5041.25 4991.72 5093.7 5198.93 5185.01 5372.27 4936.13 5309.13 5030.83	5110.3
256	Generation = 150000 Mutation = 15 Population = 7 Crossover = 2	5085.69 4956.7 5323.2 5035.05 5372.15 5190.89 5189.3 5268.25 5205.7 5238.13	5186.51
257	Generation = 150000 Mutation = 15 Population = 11 Crossover = 1	5266.87 5313.29 5169.89 5151.23 5129.13 5134.05 5068.17 5203.06 5033.08 4956.76	5142.55
258	Generation = 150000 Mutation = 15 Population = 11 Crossover = 2	5254.57 4879.92 4931.85 5049.45 5353.48 5254.4 5593.84 5280.9 5156.58 5323.4	5207.84
259	Generation = 150000 Mutation = 15 Population = 15 Crossover = 1	5390.54 4902.14 5286.29 5466.52 5340.5 5541.96	5310.06

		5574.03 5315.78 5169.29 5113.61	
260	Generation = 150000 Mutation = 15 Population = 15 Crossover = 2	5034.84 5277.61 4890.15 5173.03 5177.69 5397.38 5386.1 4962.76 5491.57 5219.78	5201.09
261	Generation = 150000 Mutation = 15 Population = 19 Crossover = 1	5419.01 5527.63 5246.11 5449.03 5354.87 4923.55 5529.21 4910.6 5514.47 5422.53	5329.7
262	Generation = 150000 Mutation = 15 Population = 19 Crossover = 2	5234.16 5508.8 5451.32 5484.06 5577.72 5445.98 5370.03 5595.98 5620.36 5554.0	5484.24
263	Generation = 150000 Mutation = 15 Population = 23 Crossover = 1	5336.84 5265.47 5440.98 5563.68 5446.61 5022.09 5422.62 5537.68 5130.67 5122.71	5328.93
264	Generation = 150000 Mutation = 15 Population = 23 Crossover = 2	5399.43 5416.54 5264.06 5470.41 5237.54 5248.31 5120.12 5238.72	5309.17

		5204.41 5492.13	
265	Generation = 150000 Mutation = 50 Population = 3 Crossover = 1	7128.23 7154.45 7165.01 7102.07 7043.86 7141.21 6958.84 6750.85 7153.54 7143.64	7074.17
266	Generation = 150000 Mutation = 50 Population = 3 Crossover = 2	7023.33 7002.45 7174.15 7105.44 7121.73 7174.97 7192.49 7046.43 7048.19 6969.53	7085.87
267	Generation = 150000 Mutation = 50 Population = 7 Crossover = 1	7083.21 7104.61 7117.06 6984.82 6868.3 7083.93 7101.21 7101.49 7008.66 7140.54	7059.38
268	Generation = 150000 Mutation = 50 Population = 7 Crossover = 2	7252.49 6921.57 7177.99 6910.13 7248.36 7057.06 7087.25 7233.8 7106.83 7126.95	7112.24
269	Generation = 150000 Mutation = 50 Population = 11 Crossover = 1	6941.81 7206.56 7076.48 6894.64 7011.99 7287.8 7028.56 7072.71 7190.61 7131.05	7084.22

270	Generation = 150000 Mutation = 50 Population = 11 Crossover = 2	7075.24 6956.57 7247.86 6942.04 6998.67 7034.21 7193.02 6982.91 6977.1 6832.88	7024.05
271	Generation = 150000 Mutation = 50 Population = 15 Crossover = 1	6896.51 7082.7 7148.26 7166.71 7039.68 7239.56 7158.79 7222.1 7153.6 7248.11	7135.6
272	Generation = 150000 Mutation = 50 Population = 15 Crossover = 2	7085.55 7153.68 7022.55 7130.48 6918.42 7145.66 7046.26 7155.95 6968.65 7253.51	7088.07
273	Generation = 150000 Mutation = 50 Population = 19 Crossover = 1	6946.31 7075.27 7150.56 7008.23 7298.29 7060.85 7274.02 7213.24 7092.71 7093.85	7121.33
274	Generation = 150000 Mutation = 50 Population = 19 Crossover = 2	7080.4 7075.71 7259.46 7092.66 6806.95 6964.17 7195.21 6997.07 7149.65 6958.25	7057.95
275	Generation = 150000 Mutation = 50	7137.61 7087.07	7097.42

	Population = 23 Crossover = 1	7092.47 6832.77 7225.4 7186.7 7048.21 7082.95 7151.28 7129.77	
276	Generation = 150000 Mutation = 50 Population = 23 Crossover = 2	7187.58 7075.27 7154.61 7284.84 6985.8 7162.45 6959.21 7003.09 7104.71 7039.3	7095.69
277	Generation = 150000 Mutation = 85 Population = 3 Crossover = 1	7196.76 7298.92 7438.43 7264.39 7349.36 7310.64 7303.83 7325.83 7330.46 7313.76	7313.24
278	Generation = 150000 Mutation = 85 Population = 3 Crossover = 2	7092.52 7399.89 7334.62 7299.37 7274.14 7343.88 6934.29 7367.21 7341.77 7310.85	7269.85
279	Generation = 150000 Mutation = 85 Population = 7 Crossover = 1	7348.85 7400.12 7361.67 7386.3 7261.13 7263.16 7325.18 7320.37 7220.27 7187.97	7307.5
280	Generation = 150000 Mutation = 85 Population = 7 Crossover = 2	7351.11 7357.5 7146.22 7204.1	7265.64

		7279.59 7148.67 7351.24 7246.08 7282.16 7289.7	
281	Generation = 150000 Mutation = 85 Population = 11 Crossover = 1	7310.21 7288.32 7199.92 7357.39 7367.93 7244.85 7391.18 7399.41 7427.21 6735.38	7272.18
282	Generation = 150000 Mutation = 85 Population = 11 Crossover = 2	7281.88 7385.95 7242.6 7317.26 7331.62 7336.65 7278.61 7359.37 7124.68 7429.47	7308.81
283	Generation = 150000 Mutation = 85 Population = 15 Crossover = 1	7169.6 7025.02 7353.93 7194.26 7373.24 7306.5 7321.88 7077.75 7324.12 7455.79	7260.21
284	Generation = 150000 Mutation = 85 Population = 15 Crossover = 2	7171.68 7412.18 7301.6 7158.56 7291.23 7365.46 7358.15 7427.82 7332.24 7480.59	7329.95
285	Generation = 150000 Mutation = 85 Population = 19 Crossover = 1	7235.38 7423.14 7300.11 7283.85 7381.1 7040.19	7300.22

		7348.94 7209.33 7386.31 7393.87	
286	Generation = 150000 Mutation = 85 Population = 19 Crossover = 2	7310.34 7283.94 6928.39 7258.68 7333.86 7284.21 7093.37 7332.16 7322.73 7414.34	7256.2
287	Generation = 150000 Mutation = 85 Population = 23 Crossover = 1	7248.12 7350.98 7327.42 7408.33 7382.75 7209.27 7299.34 7330.46 7385.56 7024.83	7296.71
288	Generation = 150000 Mutation = 85 Population = 23 Crossover = 2	7250.1 7361.47 7360.65 7243.92 7418.68 7171.06 7411.86 7108.07 7192.18 7437.08	7295.51
289	Generation = 170000 Mutation = 15 Population = 3 Crossover = 1	5206.01 4852.64 5131.19 5397.88 5336.63 5153.45 5020.95 5036.54 5093.47 4907.65	5113.64
290	Generation = 170000 Mutation = 15 Population = 3 Crossover = 2	5301.02 5337.28 5125.55 5204.02 5300.29 5236.35 5046.69 4925.81	5179.74

		5239.5 5080.86	
291	Generation = 170000 Mutation = 15 Population = 7 Crossover = 1	5173.68 5151.22 5074.82 5252.66 4978.03 5417.95 4986.86 5223.87 4997.35 5191.96	5144.84
292	Generation = 170000 Mutation = 15 Population = 7 Crossover = 2	5373.54 4858.04 5033.68 5024.06 5452.0 5296.46 5179.83 5415.91 4892.88 5173.77	5170.02
293	Generation = 170000 Mutation = 15 Population = 11 Crossover = 1	5251.89 5358.31 5119.5 5254.47 4769.23 5232.78 5004.95 4896.86 5371.64 4907.88	5116.75
294	Generation = 170000 Mutation = 15 Population = 11 Crossover = 2	5178.32 5158.34 4929.03 5151.07 5240.17 5238.02 5678.93 5150.26 5310.79 5304.62	5233.96
295	Generation = 170000 Mutation = 15 Population = 15 Crossover = 1	5106.99 5608.88 5348.67 5404.02 5271.93 5272.92 5282.03 4980.83 5101.94 5178.69	5255.69

296	Generation = 170000 Mutation = 15 Population = 15 Crossover = 2	5015.91 5250.69 5132.83 5059.81 5359.55 5596.84 5156.74 5375.23 5451.63 5320.3	5271.95
297	Generation = 170000 Mutation = 15 Population = 19 Crossover = 1	5028.95 4972.73 5435.45 5129.61 5328.07 5313.98 5390.23 5343.78 5259.79 5252.77	5245.54
298	Generation = 170000 Mutation = 15 Population = 19 Crossover = 2	5352.36 5316.07 5250.13 5450.36 5075.68 5481.18 5125.05 5149.11 5758.01 5229.66	5318.76
299	Generation = 170000 Mutation = 15 Population = 23 Crossover = 1	4869.87 5103.99 4930.62 5139.31 5141.25 5320.28 5173.2 5250.98 5099.89 5341.04	5137.04
300	Generation = 170000 Mutation = 15 Population = 23 Crossover = 2	5150.86 5142.03 5348.24 5423.83 5048.25 5126.4 5323.3 5233.13 5129.95 5579.9	5250.59
301	Generation = 170000 Mutation = 50	6925.48 6884.97	6974.01

	Population = 3 Crossover = 1	6893.86 7099.75 7043.55 6951.05 6828.69 6905.99 7126.83 7079.89	
302	Generation = 170000 Mutation = 50 Population = 3 Crossover = 2	7128.74 7048.8 6911.23 6761.21 6831.77 7171.21 7244.64 7215.65 7107.91 7093.74	7051.49
303	Generation = 170000 Mutation = 50 Population = 7 Crossover = 1	7023.03 7273.87 6971.26 7148.4 7187.76 6945.08 6821.34 7181.9 7151.94 6975.51	7068.01
304	Generation = 170000 Mutation = 50 Population = 7 Crossover = 2	6922.14 7001.63 7036.14 6559.93 6736.04 7092.06 7024.96 7250.66 6998.55 6869.33	6949.15
305	Generation = 170000 Mutation = 50 Population = 11 Crossover = 1	7088.97 7001.66 6848.04 7073.22 6766.6 6760.64 7013.09 7139.33 7182.39 7004.01	6987.8
306	Generation = 170000 Mutation = 50 Population = 11 Crossover = 2	7012.44 6902.16 6815.75 6982.34	7072.93

		7079.97 7064.97 7241.17 7280.88 7269.94 7079.7	
307	Generation = 170000 Mutation = 50 Population = 15 Crossover = 1	7160.77 7023.85 7066.24 7177.79 7198.63 7026.22 6958.66 7220.5 7247.75 6947.36	7102.78
308	Generation = 170000 Mutation = 50 Population = 15 Crossover = 2	7073.23 7078.84 6896.77 7172.53 7022.83 6885.52 7033.33 6910.66 7050.19 6934.54	7005.84
309	Generation = 170000 Mutation = 50 Population = 19 Crossover = 1	6895.21 7170.61 7172.43 6950.67 7212.4 7174.49 7070.03 7115.55 7024.01 7245.7	7103.11
310	Generation = 170000 Mutation = 50 Population = 19 Crossover = 2	7044.5 7281.18 7237.43 7022.01 7174.28 7103.65 7089.19 6920.96 7208.06 7106.97	7118.82
311	Generation = 170000 Mutation = 50 Population = 23 Crossover = 1	6826.25 7171.63 7146.81 7268.33 6912.9 7165.98	7027.82

		6981.29 7062.3 6758.58 6984.12	
312	Generation = 170000 Mutation = 50 Population = 23 Crossover = 2	6940.12 7095.04 7210.46 6877.63 7055.93 6865.24 7094.76 7077.15 7022.45 7178.74	7041.75
313	Generation = 170000 Mutation = 85 Population = 3 Crossover = 1	7386.27 7138.15 7333.33 7267.07 7410.17 7208.11 7156.97 7241.18 7213.72 7264.03	7261.9
314	Generation = 170000 Mutation = 85 Population = 3 Crossover = 2	7350.49 7318.56 7150.46 7219.14 7114.63 7389.13 7245.26 7427.88 7362.88 7390.39	7296.88
315	Generation = 170000 Mutation = 85 Population = 7 Crossover = 1	7407.93 7237.82 7464.94 7293.52 7504.0 7346.8 7284.68 7252.77 7144.44 7408.05	7334.49
316	Generation = 170000 Mutation = 85 Population = 7 Crossover = 2	7236.47 7124.52 7485.89 7331.38 7365.07 6862.59 7465.78 7388.66	7299.46

		7301.83 7432.42	
317	Generation = 170000 Mutation = 85 Population = 11 Crossover = 1	7397.63 7228.22 7322.27 7373.24 7401.89 7233.74 7392.57 7420.61 7213.12 7313.98	7329.73
318	Generation = 170000 Mutation = 85 Population = 11 Crossover = 2	7415.78 7376.55 7334.63 7374.26 7362.46 7403.92 7305.79 7393.41 7364.56 7426.15	7375.75
319	Generation = 170000 Mutation = 85 Population = 15 Crossover = 1	7315.9 7354.67 7210.54 7377.55 7279.02 7313.32 7379.35 7281.25 7427.34 7194.75	7313.37
320	Generation = 170000 Mutation = 85 Population = 15 Crossover = 2	7299.22 7325.49 7263.48 7176.74 7257.35 7357.73 7271.12 7257.26 7352.55 7225.61	7278.65
321	Generation = 170000 Mutation = 85 Population = 19 Crossover = 1	7226.93 7417.56 7241.39 7306.9 7365.86 7210.37 7261.89 7327.93 7364.58 7351.32	7307.47

322	Generation = 170000 Mutation = 85 Population = 19 Crossover = 2	7446.24 7314.5 7398.69 7080.4 7309.91 7177.15 7342.7 7397.42 7364.34 7455.47	7328.68
323	Generation = 170000 Mutation = 85 Population = 23 Crossover = 1	7386.12 7294.81 7444.59 7393.07 7256.06 7271.37 7273.1 7270.52 7326.04 7222.66	7313.83
324	Generation = 170000 Mutation = 85 Population = 23 Crossover = 2	7468.77 6998.44 7131.09 7319.59 7326.43 7281.07 7304.84 7347.33 7321.93 7433.55	7293.31
325	Generation = 190000 Mutation = 15 Population = 3 Crossover = 1	4986.05 5177.91 4969.04 4727.83 5097.95 5134.19 4843.74 5089.77 5121.91 4891.8	5004.02
326	Generation = 190000 Mutation = 15 Population = 3 Crossover = 2	5048.29 4997.71 5217.16 4977.15 4896.07 4892.06 4852.56 4930.02 5145.37 5034.32	4999.07
327	Generation = 190000 Mutation = 15	5395.18 5472.49	5219.03

	Population = 7 Crossover = 1	5170.29 4933.84 5186.0 5380.54 5087.5 5254.74 5259.48 5050.27	
328	Generation = 190000 Mutation = 15 Population = 7 Crossover = 2	4739.22 5327.61 5209.31 4803.11 5235.1 5151.99 4779.94 5229.48 4902.89 4790.66	5016.93
329	Generation = 190000 Mutation = 15 Population = 11 Crossover = 1	5179.66 4919.22 5043.34 5122.64 5111.57 5022.25 5204.13 5203.84 5328.14 5274.2	5140.9
330	Generation = 190000 Mutation = 15 Population = 11 Crossover = 2	5121.41 5362.92 5070.82 5454.32 5225.37 5183.61 5151.78 4860.63 5012.1 5431.96	5187.49
331	Generation = 190000 Mutation = 15 Population = 15 Crossover = 1	5072.23 5155.72 5243.86 5464.45 5186.66 4913.06 4955.91 5053.5 4917.54 5158.75	5112.17
332	Generation = 190000 Mutation = 15 Population = 15 Crossover = 2	5389.96 4888.05 5001.86 5107.59	5182.51

		5228.68 5060.23 5323.21 4911.69 5405.38 5508.41	
333	Generation = 190000 Mutation = 15 Population = 19 Crossover = 1	5210.06 5290.2 5165.71 5159.21 5170.34 4919.6 5340.18 5059.18 4994.47 5366.74	5167.57
334	Generation = 190000 Mutation = 15 Population = 19 Crossover = 2	5250.65 5103.88 5289.76 5171.23 5254.54 5040.88 5224.65 5075.73 5286.78 5067.52	5176.56
335	Generation = 190000 Mutation = 15 Population = 23 Crossover = 1	5110.72 5118.38 5271.29 4994.76 5092.35 5164.71 4974.14 5304.73 5060.62 5165.15	5125.68
336	Generation = 190000 Mutation = 15 Population = 23 Crossover = 2	5327.66 5011.89 5294.61 5486.35 5585.34 5529.06 4973.48 5099.75 5047.5 5570.96	5292.66
337	Generation = 190000 Mutation = 50 Population = 3 Crossover = 1	7114.09 7100.83 7071.71 7010.87 6909.14 6920.44	7052.42

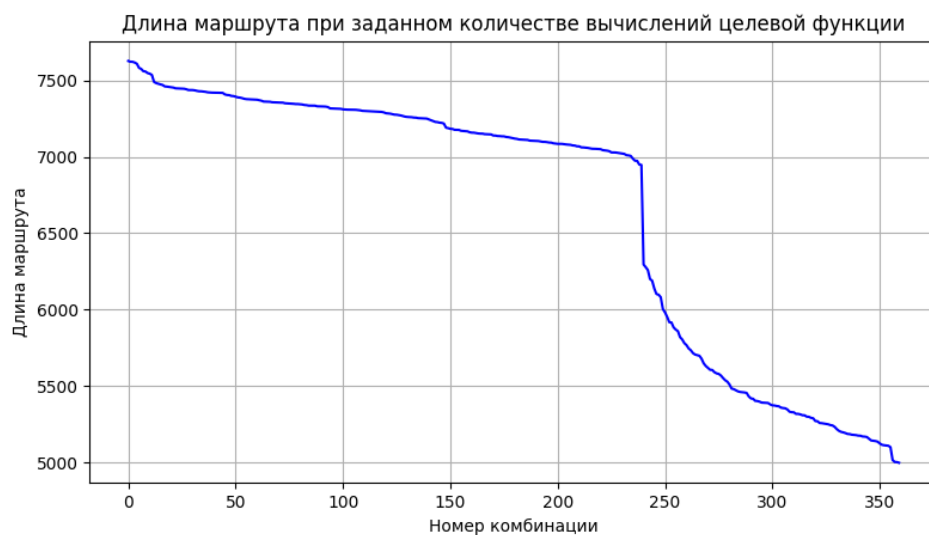
		7199.75 6844.35 7150.64 7202.38	
338	Generation = 190000 Mutation = 50 Population = 3 Crossover = 2	6754.01 6845.98 7019.79 7006.61 6993.34 7067.23 7129.22 7101.84 7118.0 7070.77	7010.68
339	Generation = 190000 Mutation = 50 Population = 7 Crossover = 1	6785.65 6916.9 6975.89 6933.06 7183.04 7057.35 6971.05 7010.63 6645.76 6985.93	6946.53
340	Generation = 190000 Mutation = 50 Population = 7 Crossover = 2	6887.68 6908.1 7147.03 7173.91 6936.23 6915.1 7194.31 6964.52 7123.82 7033.45	7028.41
341	Generation = 190000 Mutation = 50 Population = 11 Crossover = 1	6988.67 7037.12 7177.7 7058.53 7252.82 7070.49 7057.69 6962.41 6836.36 6955.59	7039.74
342	Generation = 190000 Mutation = 50 Population = 11 Crossover = 2	6964.07 6976.51 7143.38 7118.58 7050.04 6840.29 7165.75 6881.24	7021.73

		6863.98 7213.45	
343	Generation = 190000 Mutation = 50 Population = 15 Crossover = 1	7041.77 7181.08 6977.52 7106.74 6917.78 7136.59 7202.01 7093.3 7161.11 7230.13	7104.8
344	Generation = 190000 Mutation = 50 Population = 15 Crossover = 2	6977.29 6856.72 6697.75 7081.46 7257.46 6816.34 7131.03 6990.97 7110.7 7168.01	7008.77
345	Generation = 190000 Mutation = 50 Population = 19 Crossover = 1	7112.28 7072.3 7012.42 6956.39 7115.37 7138.79 6944.22 6965.58 7062.19 6987.64	7036.72
346	Generation = 190000 Mutation = 50 Population = 19 Crossover = 2	7172.41 7057.16 6926.56 6960.47 7136.35 7064.74 6961.68 7108.03 7071.57 6973.25	7043.22
347	Generation = 190000 Mutation = 50 Population = 23 Crossover = 1	7087.2 7054.68 7060.12 6905.63 7179.28 7148.33 7080.59 7044.12 7064.36 7220.0	7084.43

348	Generation = 190000 Mutation = 50 Population = 23 Crossover = 2	7185.44 7157.67 7238.53 7174.36 6832.57 7141.12 7056.65 7164.07 7125.06 7056.06	7113.15
349	Generation = 190000 Mutation = 85 Population = 3 Crossover = 1	7330.64 7357.29 6984.88 7292.91 7140.15 7193.79 7482.13 7379.04 7258.51 7334.0	7275.33
350	Generation = 190000 Mutation = 85 Population = 3 Crossover = 2	7361.06 7172.84 7448.5 7320.12 7227.43 7305.4 7426.75 7179.68 7213.4 7247.43	7290.26
351	Generation = 190000 Mutation = 85 Population = 7 Crossover = 1	7255.75 7103.7 7403.09 7367.45 7270.82 7318.58 7320.02 7350.81 7228.46 7375.95	7299.46
352	Generation = 190000 Mutation = 85 Population = 7 Crossover = 2	7409.38 7375.72 7404.38 7304.39 7376.67 7281.86 7409.2 7500.69 7437.81 7110.41	7361.05
353	Generation = 190000 Mutation = 85	7147.24 6996.66	7238.26

	Population = 11 Crossover = 1	7311.54 7251.78 7160.33 7358.45 7394.33 7175.67 7200.79 7385.79	
354	Generation = 190000 Mutation = 85 Population = 11 Crossover = 2	7357.3 7265.71 7150.47 7357.79 7420.96 7362.07 6916.35 7268.72 7145.95 7351.65	7259.7
355	Generation = 190000 Mutation = 85 Population = 15 Crossover = 1	7467.08 7333.94 7112.02 7388.37 6841.44 7323.4 7410.63 7195.65 7376.22 7299.49	7274.82
356	Generation = 190000 Mutation = 85 Population = 15 Crossover = 2	7378.36 7288.93 7336.64 7480.93 7385.29 7250.92 7017.88 7311.62 7257.56 7364.39	7307.25
357	Generation = 190000 Mutation = 85 Population = 19 Crossover = 1	7391.14 7374.87 7305.84 7105.77 7359.14 7202.25 7412.1 7329.5 7243.39 7312.43	7303.64
358	Generation = 190000 Mutation = 85 Population = 19 Crossover = 2	7416.67 7400.31 7284.4 7463.74	7343.15

		7363.17 7294.59 7242.84 7245.25 7335.99 7384.53	
359	Generation = 190000 Mutation = 85 Population = 23 Crossover = 1	7346.48 7344.58 7158.55 7418.73 7305.24 7180.97 7186.27 7200.54 7345.8 7346.84	7283.4
360	Generation = 190000 Mutation = 85 Population = 23 Crossover = 2	7294.63 7407.86 7266.68 7332.98 7286.23 7244.31 7342.68 7258.91 7256.2 7410.47	7310.1



Длина маршрута при заданном количестве вычислений целевой функции (среднее значение) для различных параметров алгоритма (данные отсортированы для наглядности от худшего к лучшему)

Приложение Б

Таблица значений параметризации модифицированного генетического алгоритма (зелёное – самое оптимальное решение, красное – самое наихудшее)

№	ПАРАМЕТРЫ АЛГОРИТМА	ЗНАЧЕНИЯ ЗАПУСКОВ	СРЕДНЕЕ ЗНАЧЕНИЕ
1	Generation = 10000 Mutation = 10 Population = 1 Crossover = 1	3658.44 3749.4 3540.55 3360.28 3678.02 3416.05 3460.33 3527.44 3722.55 3477.95	3559.1
2	Generation = 10000 Mutation = 10 Population = 1 Crossover = 2	3159.26 2939.32 2883.97 3007.58 3024.01 2930.08 3016.54 2619.1 3395.63 3009.53	2998.5
3	Generation = 10000 Mutation = 10 Population = 3 Crossover = 1	4134.76 3944.92 4143.8 4045.44 3984.72 4117.69 4173.81 4233.76 4342.98 4050.54	4117.24
4	Generation = 10000 Mutation = 10 Population = 3 Crossover = 2	3099.11 3824.2 2936.5 3534.44 3259.16 3158.48 3385.99 3213.72 3448.8 3450.84	3331.13
5	Generation = 10000 Mutation = 10 Population = 6 Crossover = 1	4623.64 4536.79 4300.93 4470.03 4614.55 4103.9 4861.59 4845.63 4112.64 4310.35	4478.0

6	Generation = 10000 Mutation = 10 Population = 6 Crossover = 2	3855.58 4405.92 4133.24 4374.02 4457.31 4560.83 4386.23 4748.71 4112.71 4313.92	4334.85
7	Generation = 10000 Mutation = 10 Population = 9 Crossover = 1	4593.68 4820.54 4945.71 4867.6 5248.82 4778.99 4360.18 4467.67 4511.86 4754.21	4734.93
8	Generation = 10000 Mutation = 10 Population = 9 Crossover = 2	4798.54 4911.01 5126.0 5173.27 4932.81 4928.95 4841.56 4965.46 4917.54 4936.17	4953.13
9	Generation = 10000 Mutation = 25 Population = 1 Crossover = 1	3641.91 3283.88 3384.51 3238.42 3568.9 3562.39 3479.43 3516.06 3620.41 3364.82	3466.07
10	Generation = 10000 Mutation = 25 Population = 1 Crossover = 2	2800.98 3234.74 3315.43 3129.43 2860.19 3360.02 2976.49 2391.48 3006.27 2834.93	2991.0
11	Generation = 10000 Mutation = 25	3432.7 4194.99 3750.34	3917.37

	Population = 3 Crossover = 1	4072.35 3794.09 4176.37 4340.13 3606.54 3732.53 4073.68	
12	Generation = 10000 Mutation = 25 Population = 3 Crossover = 2	3165.33 2971.13 3889.28 3520.73 3206.7 3373.93 3271.57 3315.97 3527.57 3461.82	3370.4
13	Generation = 10000 Mutation = 25 Population = 6 Crossover = 1	4537.51 3809.2 4355.14 4381.93 3982.8 3905.31 4959.23 4422.15 4617.28 4235.27	4320.58
14	Generation = 10000 Mutation = 25 Population = 6 Crossover = 2	5044.52 4638.21 4828.91 4486.68 4741.49 4731.95 4583.58 4172.6 4710.45 4463.22	4640.16
15	Generation = 10000 Mutation = 25 Population = 9 Crossover = 1	4885.96 4804.93 4676.16 4401.26 4732.57 4859.65 5094.15 4772.11 4906.25 4789.53	4792.26
16	Generation = 10000 Mutation = 25 Population = 9 Crossover = 2	5083.37 5225.58 5172.24 5081.89 5099.7 5231.23	5114.79

		5093.38 4968.75 5271.66 4920.15	
17	Generation = 10000 Mutation = 50 Population = 1 Crossover = 1	3214.49 3350.81 2934.26 3230.85 3034.28 3334.95 2994.09 3254.38 3371.73 3381.83	3210.17
18	Generation = 10000 Mutation = 50 Population = 1 Crossover = 2	3163.6 2989.0 2984.98 2772.57 2540.22 2843.3 2898.34 2687.75 3284.27 2923.3	2908.73
19	Generation = 10000 Mutation = 50 Population = 3 Crossover = 1	3953.13 4164.46 3592.36 3441.23 3667.23 3659.47 4061.31 4020.54 3975.46 3622.62	3815.78
20	Generation = 10000 Mutation = 50 Population = 3 Crossover = 2	4005.48 3856.41 3483.98 3922.51 3632.83 3455.07 3702.62 3786.71 3891.38 3809.02	3754.6
21	Generation = 10000 Mutation = 50 Population = 6 Crossover = 1	4586.35 4175.73 4325.9 4749.48 4372.41 4336.07 4471.22 4385.91	4444.89

		4347.12 4698.73	
22	Generation = 10000 Mutation = 50 Population = 6 Crossover = 2	4783.46 4959.16 4752.26 4443.88 4584.21 4731.43 4650.06 4873.79 4830.19 4405.1	4701.35
23	Generation = 10000 Mutation = 50 Population = 9 Crossover = 1	4483.62 4871.17 4812.38 4940.81 5142.54 4812.23 4599.85 4992.44 4583.82 5103.86	4834.27
24	Generation = 10000 Mutation = 50 Population = 9 Crossover = 2	5113.8 5156.32 5465.51 5397.74 5082.94 5398.94 5436.57 5338.75 5135.17 5120.51	5264.62
25	Generation = 10000 Mutation = 75 Population = 1 Crossover = 1	3299.54 3685.64 3354.42 3771.01 3267.9 3538.76 3358.9 3813.14 3354.94 3293.33	3473.76
26	Generation = 10000 Mutation = 75 Population = 1 Crossover = 2	3678.97 2962.87 3449.66 3296.58 3268.24 3599.74 3043.81 3324.83 3219.4 3047.25	3289.13

27	Generation = 10000 Mutation = 75 Population = 3 Crossover = 1	4377.85 4034.02 4191.12 3958.41 4376.05 4037.81 3755.0 4204.95 3772.01 3517.78	4022.5
28	Generation = 10000 Mutation = 75 Population = 3 Crossover = 2	3724.78 3815.41 3842.18 3746.01 4046.85 4271.68 4029.58 3660.83 3798.38 4162.09	3909.78
29	Generation = 10000 Mutation = 75 Population = 6 Crossover = 1	4975.65 4376.04 4826.42 4477.49 4782.61 4908.75 4832.11 4758.85 4575.49 4992.74	4750.61
30	Generation = 10000 Mutation = 75 Population = 6 Crossover = 2	4609.25 4920.6 4700.21 5333.35 4719.43 5190.27 4797.56 4998.55 5088.66 4896.92	4925.48
31	Generation = 10000 Mutation = 75 Population = 9 Crossover = 1	5209.16 4738.22 5496.04 4941.6 4654.92 4805.01 5230.05 5090.64 4988.11 5420.93	5057.47
32	Generation = 10000 Mutation = 75	5473.59 5179.35 5310.74	5382.13

	Population = 9 Crossover = 2	5580.68 5473.1 4963.79 5399.82 5654.56 5212.23 5573.43	
33	Generation = 10000 Mutation = 90 Population = 1 Crossover = 1	3702.02 3292.34 3790.97 3800.64 3390.62 3768.25 4019.22 3598.37 3470.82 3545.89	3637.91
34	Generation = 10000 Mutation = 90 Population = 1 Crossover = 2	3569.59 3560.71 3597.36 3557.71 3370.21 3479.39 3216.81 3118.87 3228.76 3323.3	3402.27
35	Generation = 10000 Mutation = 90 Population = 3 Crossover = 1	3858.13 4638.62 4159.95 4254.47 4151.26 4270.15 4304.2 3976.48 4462.6 4282.74	4235.86
36	Generation = 10000 Mutation = 90 Population = 3 Crossover = 2	4493.71 4507.32 3970.05 4334.08 4410.84 4360.86 4510.65 4635.21 3971.47 4313.03	4350.72
37	Generation = 10000 Mutation = 90 Population = 6 Crossover = 1	4333.83 4887.42 5014.85 5033.59 4697.01 5321.46	4850.33

		4941.3 4760.28 4467.99 5045.56	
38	Generation = 10000 Mutation = 90 Population = 6 Crossover = 2	5235.68 5123.23 4948.92 5134.45 5100.93 5306.21 5111.59 4955.79 4937.41 5104.16	5095.84
39	Generation = 10000 Mutation = 90 Population = 9 Crossover = 1	5315.01 5120.98 5069.12 5774.51 5492.48 5046.63 5337.13 5253.35 5192.07 5219.04	5282.03
40	Generation = 10000 Mutation = 90 Population = 9 Crossover = 2	5596.42 5606.84 5416.74 5392.34 5503.85 5362.56 5791.92 5445.68 5306.03 5311.85	5473.42
41	Generation = 30000 Mutation = 10 Population = 1 Crossover = 1	2459.62 2592.12 3052.83 2979.91 2701.32 2645.92 2950.6 2959.62 2775.22 2856.69	2797.38
42	Generation = 30000 Mutation = 10 Population = 1 Crossover = 2	2621.47 2299.68 2436.62 2453.41 2596.57 2284.63 2417.88 2336.5	2469.79

		2724.01 2527.15	
43	Generation = 30000 Mutation = 10 Population = 3 Crossover = 1	3321.68 2919.78 2683.47 2935.04 2885.07 3204.83 2832.31 3244.89 2940.32 2850.24	2981.76
44	Generation = 30000 Mutation = 10 Population = 3 Crossover = 2	2147.97 2179.56 2206.37 2108.83 2370.59 2434.58 2291.94 2410.57 2051.95 2222.73	2242.51
45	Generation = 30000 Mutation = 10 Population = 6 Crossover = 1	3190.7 3338.04 3144.17 3421.27 3322.63 3209.68 3386.63 3361.48 3390.06 3373.12	3313.78
46	Generation = 30000 Mutation = 10 Population = 6 Crossover = 2	2703.85 2194.09 2413.42 2526.13 2482.41 2329.9 2637.01 2348.18 2498.31 2733.52	2486.68
47	Generation = 30000 Mutation = 10 Population = 9 Crossover = 1	3534.4 3379.0 3326.27 3347.93 3461.96 3489.11 3613.91 3371.81 3288.15 3396.4	3420.89

48	Generation = 30000 Mutation = 10 Population = 9 Crossover = 2	2614.26 3560.21 3439.93 3247.01 3009.56 3089.05 3109.45 3517.19 2851.34 3317.98	3175.6
49	Generation = 30000 Mutation = 25 Population = 1 Crossover = 1	2364.27 2253.31 2879.48 2427.37 2325.96 2414.36 2451.79 2931.82 2554.77 2640.19	2524.33
50	Generation = 30000 Mutation = 25 Population = 1 Crossover = 2	2430.47 2260.58 2373.26 2411.3 2214.57 2445.73 2255.62 2255.12 2233.73 2297.09	2317.75
51	Generation = 30000 Mutation = 25 Population = 3 Crossover = 1	2972.04 2899.09 2719.32 2619.8 2860.68 2972.28 2373.48 3018.76 2438.08 2837.16	2771.07
52	Generation = 30000 Mutation = 25 Population = 3 Crossover = 2	2357.6 2054.32 2177.15 2280.85 2348.63 2337.41 2063.56 2421.42 2665.69 2301.86	2300.85
53	Generation = 30000 Mutation = 25	3202.95 2941.34 2802.58	3099.19

	Population = 6 Crossover = 1	3053.9 3381.76 3380.0 3379.14 2779.45 2875.31 3195.43	
54	Generation = 30000 Mutation = 25 Population = 6 Crossover = 2	2175.09 2653.04 2443.22 2875.98 2603.0 2302.92 2591.78 2553.47 2349.46 2525.91	2507.39
55	Generation = 30000 Mutation = 25 Population = 9 Crossover = 1	3428.89 2858.03 3654.8 3305.25 3352.79 3558.98 3408.53 2840.7 2930.18 3263.9	3260.21
56	Generation = 30000 Mutation = 25 Population = 9 Crossover = 2	3016.97 3028.16 3501.61 2969.44 3124.17 3496.19 3544.78 3271.8 3390.48 3597.49	3294.11
57	Generation = 30000 Mutation = 50 Population = 1 Crossover = 1	2539.94 2544.09 2799.76 2778.27 2818.48 2581.5 2468.49 2276.59 2160.54 2239.12	2520.68
58	Generation = 30000 Mutation = 50 Population = 1 Crossover = 2	2058.25 2239.49 2019.63 2342.3 2409.69 2061.55	2241.3

		2333.57 2391.66 2162.68 2394.21	
59	Generation = 30000 Mutation = 50 Population = 3 Crossover = 1	2924.74 2899.2 2535.66 2660.8 2805.53 2713.03 3159.84 2916.55 2978.1 2928.41	2852.19
60	Generation = 30000 Mutation = 50 Population = 3 Crossover = 2	2211.03 2355.55 2443.9 2373.77 2357.64 1990.42 2427.29 2405.89 2506.72 2418.97	2349.12
61	Generation = 30000 Mutation = 50 Population = 6 Crossover = 1	3297.88 2922.2 3291.99 3148.97 2790.5 3141.0 3115.91 3075.13 3010.98 3178.96	3097.35
62	Generation = 30000 Mutation = 50 Population = 6 Crossover = 2	2887.85 3300.47 2765.65 3057.48 3001.8 3040.36 3076.48 2766.38 2548.59 2627.73	2907.28
63	Generation = 30000 Mutation = 50 Population = 9 Crossover = 1	3667.34 2916.76 3437.97 3608.89 3504.73 3432.23 3276.18 3546.51	3406.0

		3312.91 3356.44	
64	Generation = 30000 Mutation = 50 Population = 9 Crossover = 2	3465.86 3774.28 3352.79 3960.91 3621.09 3715.72 3996.11 3566.96 3592.81 3852.47	3689.9
65	Generation = 30000 Mutation = 75 Population = 1 Crossover = 1	2317.23 2576.21 2606.46 2651.39 2887.95 2512.09 2301.23 2602.11 2739.41 2448.17	2564.22
66	Generation = 30000 Mutation = 75 Population = 1 Crossover = 2	2437.27 2444.4 2078.91 2410.88 2071.29 2266.52 2431.71 2072.89 2151.67 2740.75	2310.63
67	Generation = 30000 Mutation = 75 Population = 3 Crossover = 1	3351.03 3119.8 2880.46 2634.61 2776.58 3052.54 2785.16 3198.08 3169.76 3038.91	3000.7
68	Generation = 30000 Mutation = 75 Population = 3 Crossover = 2	2821.93 2471.24 2862.6 2670.25 2636.19 2723.07 2562.26 2631.06 2642.4 2479.01	2650.0

69	Generation = 30000 Mutation = 75 Population = 6 Crossover = 1	3333.62 3121.21 3509.81 3004.74 3163.0 2842.02 3559.61 3589.42 3198.12 3562.03	3288.36
70	Generation = 30000 Mutation = 75 Population = 6 Crossover = 2	3504.48 3308.82 3046.78 3720.58 3295.71 3327.19 3801.42 3307.13 3484.66 3285.3	3408.21
71	Generation = 30000 Mutation = 75 Population = 9 Crossover = 1	3488.24 3357.43 3834.65 3676.25 3797.62 3413.3 3801.6 3334.12 3585.5 3943.46	3623.22
72	Generation = 30000 Mutation = 75 Population = 9 Crossover = 2	4225.54 3901.5 3684.79 4078.2 4135.51 3927.5 3866.28 3641.02 3810.62 4027.93	3929.89
73	Generation = 30000 Mutation = 90 Population = 1 Crossover = 1	2447.46 2912.78 2500.13 2704.66 3271.94 2605.09 2317.35 2588.46 2544.77 2888.82	2678.15
74	Generation = 30000 Mutation = 90	2063.7 2707.41 2497.92	2432.83

	Population = 1 Crossover = 2	2669.73 2330.25 2295.05 2405.73 2185.34 2631.34 2541.85	
75	Generation = 30000 Mutation = 90 Population = 3 Crossover = 1	2791.05 3204.58 3190.84 3101.54 3376.76 3162.74 3001.18 3615.77 3732.23 3131.47	3230.82
76	Generation = 30000 Mutation = 90 Population = 3 Crossover = 2	2878.69 2553.94 2862.48 3343.28 3246.04 2464.39 3031.73 3061.94 3416.21 3329.53	3018.82
77	Generation = 30000 Mutation = 90 Population = 6 Crossover = 1	3271.87 3775.09 3435.97 3572.79 3424.28 3258.63 2824.46 3190.42 3839.46 3898.4	3449.14
78	Generation = 30000 Mutation = 90 Population = 6 Crossover = 2	3375.27 3748.14 3254.85 3580.53 3723.71 3711.87 3689.71 3581.78 3490.68 3692.33	3584.89
79	Generation = 30000 Mutation = 90 Population = 9 Crossover = 1	3720.13 3567.01 3748.12 3589.64 3597.86 3599.02	3784.85

		4211.04 4175.47 4092.6 3547.63	
80	Generation = 30000 Mutation = 90 Population = 9 Crossover = 2	4378.37 4084.57 4367.34 4000.4 4113.98 4103.83 4486.09 3998.06 4084.2 4383.54	4200.04
81	Generation = 50000 Mutation = 10 Population = 1 Crossover = 1	2464.29 2666.08 2102.86 2796.76 2668.04 2497.62 2280.18 2844.55 2672.12 2418.08	2541.06
82	Generation = 50000 Mutation = 10 Population = 1 Crossover = 2	2553.37 2077.61 2232.29 2239.56 2136.08 2101.23 2303.53 2121.07 2366.52 2418.72	2255.0
83	Generation = 50000 Mutation = 10 Population = 3 Crossover = 1	2973.19 2591.77 2610.92 2521.91 2732.22 2751.04 2957.77 2483.35 2689.92 2576.37	2688.85
84	Generation = 50000 Mutation = 10 Population = 3 Crossover = 2	1969.05 2233.48 2064.38 2131.91 2026.56 2261.17 2243.25 2334.85	2132.1

		1919.47 2136.84	
85	Generation = 50000 Mutation = 10 Population = 6 Crossover = 1	3085.05 2896.45 2691.68 2713.49 2851.21 3012.17 3050.36 2716.24 2655.76 2895.58	2856.8
86	Generation = 50000 Mutation = 10 Population = 6 Crossover = 2	2257.34 2099.46 2038.69 2092.49 2361.16 1878.6 1979.6 1928.36 1965.66 1973.97	2057.53
87	Generation = 50000 Mutation = 10 Population = 9 Crossover = 1	2689.21 3492.28 2899.52 2971.34 2949.88 3015.2 3182.97 2783.21 3364.83 3108.11	3045.66
88	Generation = 50000 Mutation = 10 Population = 9 Crossover = 2	2490.88 2240.84 2306.46 2338.9 2423.36 2163.5 2277.49 2287.48 2197.78 2422.8	2314.95
89	Generation = 50000 Mutation = 25 Population = 1 Crossover = 1	2562.18 2860.98 2422.89 2461.66 2606.01 2501.75 2385.67 2620.48 2390.4 2372.9	2518.49

90	Generation = 50000 Mutation = 25 Population = 1 Crossover = 2	2217.38 2306.91 1860.13 2294.38 2394.47 2194.52 2251.99 2195.13 2232.03 2287.02	2223.4
91	Generation = 50000 Mutation = 25 Population = 3 Crossover = 1	2674.18 2083.45 2486.89 2474.23 2471.77 2244.41 2859.81 2502.28 2265.06 2604.37	2466.64
92	Generation = 50000 Mutation = 25 Population = 3 Crossover = 2	1837.88 1943.73 2228.18 2076.56 1865.66 2072.51 2142.17 1825.84 2000.59 2071.37	2006.45
93	Generation = 50000 Mutation = 25 Population = 6 Crossover = 1	2589.29 2243.39 2676.0 2638.19 2413.42 2622.62 2660.31 2563.86 2511.92 2892.03	2581.1
94	Generation = 50000 Mutation = 25 Population = 6 Crossover = 2	2164.16 2094.19 2412.61 2207.41 1921.7 2182.3 2324.77 2151.69 1941.54 1972.11	2137.25
95	Generation = 50000 Mutation = 25	2788.69 2896.36 2471.5	2810.9

	Population = 9 Crossover = 1	2682.58 3287.8 2710.77 2957.66 3007.41 2472.95 2833.29	
96	Generation = 50000 Mutation = 25 Population = 9 Crossover = 2	2391.92 2330.2 2333.93 2369.09 2593.87 2508.44 2517.57 2609.16 2031.86 2533.7	2421.97
97	Generation = 50000 Mutation = 50 Population = 1 Crossover = 1	2329.11 2180.48 2329.36 1957.52 2514.94 2420.92 2119.17 2179.4 2326.82 2439.58	2279.73
98	Generation = 50000 Mutation = 50 Population = 1 Crossover = 2	2135.69 2168.78 2101.61 2342.98 2128.6 2120.65 2385.44 1984.46 1955.56 2074.97	2139.87
99	Generation = 50000 Mutation = 50 Population = 3 Crossover = 1	2309.87 2348.95 2113.69 2599.56 2609.6 2403.76 2408.41 2687.64 2501.5 2448.87	2443.19
100	Generation = 50000 Mutation = 50 Population = 3 Crossover = 2	2303.63 2014.49 2139.07 2165.93 2036.0 1928.83	2135.43

		2249.94 2452.41 2093.65 1970.3	
101	Generation = 50000 Mutation = 50 Population = 6 Crossover = 1	2687.37 2584.54 2906.06 2752.56 2430.72 2669.07 3007.77 2635.68 2869.77 2962.14	2750.57
102	Generation = 50000 Mutation = 50 Population = 6 Crossover = 2	2356.96 2263.75 2043.07 2233.73 2671.98 2128.74 2016.34 2107.29 2568.11 2244.47	2263.44
103	Generation = 50000 Mutation = 50 Population = 9 Crossover = 1	2839.67 2837.27 2873.72 2650.11 2873.04 2790.08 2869.34 2879.13 2658.46 3049.88	2832.07
104	Generation = 50000 Mutation = 50 Population = 9 Crossover = 2	2886.18 2494.2 2765.22 2676.45 2683.72 2527.6 2587.36 2442.77 2737.87 2914.43	2671.58
105	Generation = 50000 Mutation = 75 Population = 1 Crossover = 1	2227.13 2315.81 2374.23 2069.51 2183.65 2448.9 2227.09 2396.17	2290.57

		2448.93 2214.27	
106	Generation = 50000 Mutation = 75 Population = 1 Crossover = 2	2250.65 2090.46 2212.03 2143.46 2638.8 2246.17 2054.22 2234.06 2491.79 2036.36	2239.8
107	Generation = 50000 Mutation = 75 Population = 3 Crossover = 1	2579.67 2323.43 2458.13 2787.09 2610.27 2301.7 2480.88 3002.59 2387.31 2704.74	2563.58
108	Generation = 50000 Mutation = 75 Population = 3 Crossover = 2	2000.39 2548.98 2406.88 2209.58 2135.95 2156.1 2447.26 2061.15 2166.02 2395.12	2252.74
109	Generation = 50000 Mutation = 75 Population = 6 Crossover = 1	2875.86 2622.15 2795.53 2997.38 2523.44 2955.84 3073.92 2717.46 2952.54 2553.38	2806.75
110	Generation = 50000 Mutation = 75 Population = 6 Crossover = 2	2531.27 2546.26 2638.99 2672.15 2582.45 2765.5 2123.94 2516.23 2792.41 2570.4	2573.96

111	Generation = 50000 Mutation = 75 Population = 9 Crossover = 1	2928.68 2472.53 2963.67 3144.29 3087.88 3070.64 2835.81 2684.86 2789.12 2913.13	2889.06
112	Generation = 50000 Mutation = 75 Population = 9 Crossover = 2	3233.55 3056.42 3284.89 3348.24 3146.09 3052.26 2752.99 3143.71 3159.93 2983.46	3116.15
113	Generation = 50000 Mutation = 90 Population = 1 Crossover = 1	2092.67 2721.28 2821.23 2283.79 2670.41 2253.01 2509.9 2422.91 2543.22 2548.7	2486.71
114	Generation = 50000 Mutation = 90 Population = 1 Crossover = 2	2441.9 2380.64 2403.31 2522.27 2288.09 2406.32 2136.26 2485.24 2477.3 2144.97	2368.63
115	Generation = 50000 Mutation = 90 Population = 3 Crossover = 1	2526.63 2642.24 2683.12 3024.96 2683.51 2693.26 2915.74 2517.57 3006.98 2836.21	2753.02
116	Generation = 50000 Mutation = 90	2076.01 2859.33 2130.66	2368.97

	Population = 3 Crossover = 2	2145.35 2562.06 2189.29 2179.24 2225.87 2661.45 2660.44	
117	Generation = 50000 Mutation = 90 Population = 6 Crossover = 1	3068.24 3349.05 3121.07 2556.21 3168.24 3384.74 2956.37 2998.2 3070.3 2804.32	3047.67
118	Generation = 50000 Mutation = 90 Population = 6 Crossover = 2	3077.7 3041.63 3143.49 2691.79 3263.29 3079.68 3265.42 2708.63 3226.8 2925.04	3042.35
119	Generation = 50000 Mutation = 90 Population = 9 Crossover = 1	3189.76 2790.43 3322.8 3491.57 3057.74 2882.8 3401.25 3192.49 3177.71 3411.01	3191.76
120	Generation = 50000 Mutation = 90 Population = 9 Crossover = 2	3471.71 3748.36 3520.77 3423.42 3706.63 3389.64 3662.8 3701.41 3625.98 3461.33	3571.2
121	Generation = 70000 Mutation = 10 Population = 1 Crossover = 1	2944.58 2529.94 2398.0 2597.1 2495.59 2439.96	2512.35

		2230.13 2615.39 2495.13 2377.64	
122	Generation = 70000 Mutation = 10 Population = 1 Crossover = 2	2188.42 2099.03 2100.29 1997.69 2221.08 2255.6 2352.81 2058.12 2175.4 1982.03	2143.05
123	Generation = 70000 Mutation = 10 Population = 3 Crossover = 1	2764.29 2757.69 2712.55 2561.51 2388.48 2342.89 2683.44 2251.32 2631.15 2275.2	2536.85
124	Generation = 70000 Mutation = 10 Population = 3 Crossover = 2	1962.35 1804.37 1958.56 1926.54 2150.05 2012.89 1942.94 1961.19 1935.49 2012.79	1966.72
125	Generation = 70000 Mutation = 90 Population = 1 Crossover = 1	2343.41 2243.97 2007.88 2150.82 2257.26 2505.71 2124.78 2408.92 2248.02 2060.23	2235.1
126	Generation = 70000 Mutation = 75 Population = 1 Crossover = 1	2314.72 2144.11 2195.07 2223.76 2261.38 2162.79 2320.93 2324.49	2256.69

		2590.48 2029.16	
127	Generation = 70000 Mutation = 90 Population = 1 Crossover = 2	2084.13 2170.89 2079.73 2222.34 2318.32 2196.84 2324.4 2401.78 2600.41 2318.08	2271.69
128	Generation = 70000 Mutation = 50 Population = 1 Crossover = 1	2284.48 2243.37 2053.74 2749.37 1986.17 2164.79 2278.45 2165.13 2178.11 2059.8	2216.34
129	Generation = 70000 Mutation = 75 Population = 1 Crossover = 2	1730.16 2036.84 1928.48 1907.21 2072.92 1839.34 2012.5 2056.39 2288.86 2067.15	1993.98
130	Generation = 70000 Mutation = 25 Population = 1 Crossover = 1	2075.54 2088.1 2416.88 2591.46 1853.63 2398.74 2379.62 2430.25 2152.72 2149.79	2253.67
131	Generation = 70000 Mutation = 90 Population = 6 Crossover = 1	3245.29 3085.51 2699.05 2600.26 2723.89 3372.42 2554.26 2421.61 2711.45 2964.37	2837.81

132	Generation = 70000 Mutation = 90 Population = 3 Crossover = 1	2343.9 2514.17 2593.25 2120.11 2522.4 2373.27 2546.13 2426.78 2609.8 2492.26	2454.21
133	Generation = 70000 Mutation = 75 Population = 6 Crossover = 1	2541.2 2314.04 2607.17 2234.62 2595.73 2387.46 2590.99 2351.93 3038.84 2366.96	2502.89
134	Generation = 70000 Mutation = 50 Population = 1 Crossover = 2	2074.95 2400.32 2011.11 1785.57 2121.19 2141.73 2196.97 2272.83 2528.6 1953.07	2148.63
135	Generation = 70000 Mutation = 50 Population = 6 Crossover = 1	2387.17 2622.05 2503.38 2346.35 2509.1 2662.29 2916.54 2643.36 2306.78 2492.08	2538.91
136	Generation = 70000 Mutation = 75 Population = 3 Crossover = 1	2322.96 2215.12 2254.2 1968.64 2182.91 2142.21 2097.95 2248.06 2322.71 2434.15	2218.89
137	Generation = 70000 Mutation = 35	2295.33 2537.26 2436.84	2344.16

	Population = 6 Crossover = 1	1965.52 2303.47 2632.93 2355.54 2210.51 2245.43 2458.8	
138	Generation = 70000 Mutation = 90 Population = 9 Crossover = 1	2365.41 3277.68 3383.88 2769.74 2645.01 2931.61 3092.41 2473.13 3067.82 3099.77	2910.65
139	Generation = 70000 Mutation = 90 Population = 3 Crossover = 2	2164.76 2227.36 2051.93 2265.4 2351.72 2167.62 2590.89 2502.09 2328.06 2155.36	2280.52
140	Generation = 70000 Mutation = 25 Population = 1 Crossover = 2	2111.2 2189.28 2020.85 2059.67 2268.26 2009.14 1930.91 1911.18 2167.3 1846.68	2051.45
141	Generation = 70000 Mutation = 10 Population = 6 Crossover = 1	2253.12 2756.73 2570.81 2815.11 2605.88 2717.77 2616.89 2772.18 2795.06 2677.66	2658.12
142	Generation = 70000 Mutation = 75 Population = 3 Crossover = 2	1934.38 1825.05 2318.45 2208.53 2536.41 2270.96	2147.14

		1997.05 2088.76 2233.04 2058.77	
143	Generation = 70000 Mutation = 50 Population = 3 Crossover = 1	2181.62 2089.71 2637.48 2395.43 2287.76 2240.74 2044.0 2212.69 2271.11 2240.24	2260.08
144	Generation = 70000 Mutation = 90 Population = 6 Crossover = 2	1995.57 2906.22 2578.39 2291.61 2618.54 2371.81 2117.19 2535.02 2961.31 2721.63	2509.73
145	Generation = 70000 Mutation = 75 Population = 6 Crossover = 2	1896.83 2333.92 2244.88 2067.64 2106.36 2357.27 2044.67 2130.59 2229.99 2459.2	2187.14
146	Generation = 70000 Mutation = 50 Population = 6 Crossover = 2	1952.0 1949.0 1913.7 1809.89 2097.1 1908.23 2048.59 1940.07 1996.01 2170.2	1978.48
147	Generation = 70000 Mutation = 25 Population = 3 Crossover = 1	2621.13 2418.37 2140.85 2240.7 2762.74 2221.59 2534.55 2373.79	2390.68

		2332.55 2260.51	
148	Generation = 70000 Mutation = 35 Population = 6 Crossover = 2	1843.31 2011.31 1732.85 2067.63 2275.26 2157.26 1806.36 2120.96 1703.46 1715.79	1943.42
149	Generation = 70000 Mutation = 50 Population = 3 Crossover = 2	1944.55 2092.45 2197.7 2041.0 1842.91 2029.28 1950.86 2313.87 1934.86 2123.02	2047.05
150	Generation = 70000 Mutation = 90 Population = 9 Crossover = 2	2808.13 2717.3 2603.62 3184.79 2844.62 2618.03 3116.27 3087.02 3245.05 2984.19	2920.9
151	Generation = 70000 Mutation = 10 Population = 6 Crossover = 2	1871.39 1922.55 1882.45 1962.89 2205.31 1973.24 1879.48 1843.83 1721.37 2054.23	1931.68
152	Generation = 70000 Mutation = 25 Population = 3 Crossover = 2	2187.87 1984.55 1964.97 2063.0 2129.77 1894.03 1904.77 1970.79 1913.1 1767.07	1977.99

153	Generation = 70000 Mutation = 75 Population = 9 Crossover = 1	2951.56 2588.64 2815.3 2879.46 2491.24 2661.23 2726.23 2577.62 2760.39 2741.25	2719.29
154	Generation = 70000 Mutation = 50 Population = 9 Crossover = 1	2679.43 2379.76 2423.58 2021.09 2566.42 2273.41 2553.67 2627.24 2885.69 2660.48	2507.08
155	Generation = 70000 Mutation = 35 Population = 9 Crossover = 1	2523.32 2357.17 2660.55 3153.87 2757.44 2793.28 2338.95 2269.25 2733.89 2614.78	2620.25
156	Generation = 70000 Mutation = 10 Population = 9 Crossover = 1	2696.17 2953.68 2928.98 2671.02 2778.05 2892.49 2615.38 2719.99 2511.94 2848.24	2761.59
157	Generation = 70000 Mutation = 75 Population = 9 Crossover = 2	2480.78 2295.19 2414.19 2487.06 2558.32 2372.4 2563.81 3203.52 2723.66 2487.49	2558.64
158	Generation = 70000 Mutation = 50	2176.4 2185.63 1932.79	2167.05

	Population = 9 Crossover = 2	2069.9 2086.13 2065.97 2291.83 2331.45 2278.88 2251.49	
159	Generation = 70000 Mutation = 35 Population = 9 Crossover = 2	1963.64 1990.67 1722.9 1941.1 2289.5 1874.77 1905.84 2492.78 2204.96 2001.19	2038.74
160	Generation = 70000 Mutation = 10 Population = 9 Crossover = 2	2014.19 1850.46 1840.27 1887.98 1973.65 2084.48 1910.7 1798.44 1927.64 2150.49	1943.83
161	Generation = 90000 Mutation = 90 Population = 1 Crossover = 1	2088.99 1993.65 2071.39 2132.0 1939.73 2505.39 2358.15 1930.05 2113.17 1976.78	2110.93
162	Generation = 90000 Mutation = 90 Population = 1 Crossover = 2	2299.54 2132.27 2193.03 2038.4 2277.3 2348.85 2156.51 1952.74 1978.33 2074.21	2145.12
163	Generation = 90000 Mutation = 75 Population = 1 Crossover = 1	2311.33 2189.48 2312.93 2391.29 1956.52 2191.46	2173.99

		2067.16 2154.41 1927.54 2237.79	
164	Generation = 90000 Mutation = 75 Population = 1 Crossover = 2	1933.11 2229.04 2474.57 2075.75 2455.55 2006.39 2212.43 1979.27 2046.86 2264.15	2167.71
165	Generation = 90000 Mutation = 90 Population = 3 Crossover = 1	1898.14 2069.02 2359.51 2358.12 2141.67 2094.75 2173.86 2355.04 1997.39 2308.64	2175.61
166	Generation = 90000 Mutation = 90 Population = 3 Crossover = 2	2113.77 1924.3 2335.05 2399.91 2352.02 2350.88 2117.54 2070.08 1940.66 2289.23	2189.34
167	Generation = 90000 Mutation = 25 Population = 1 Crossover = 1	1941.64 2117.61 2364.98 2366.1 2184.49 2264.6 2530.89 2381.35 2051.39 2560.41	2276.35
168	Generation = 90000 Mutation = 25 Population = 1 Crossover = 2	2363.01 1861.67 2150.19 1964.22 2338.94 2055.98 1965.24 2481.08	2106.37

		2046.26 1837.14	
169	Generation = 90000 Mutation = 90 Population = 6 Crossover = 1	2501.29 2271.79 2816.81 2585.19 1968.75 2249.06 2481.15 2233.18 2378.78 2608.4	2409.44
170	Generation = 90000 Mutation = 90 Population = 6 Crossover = 2	2387.34 2126.1 2290.08 2184.49 2220.91 2582.12 2143.11 2375.66 2304.51 2377.86	2299.22
171	Generation = 90000 Mutation = 75 Population = 3 Crossover = 1	2295.24 2146.62 2342.3 2157.02 2176.8 2214.78 2077.4 2131.09 2353.56 2289.87	2218.47
172	Generation = 90000 Mutation = 75 Population = 3 Crossover = 2	2067.32 1968.6 1915.92 2120.73 2174.86 1853.61 1895.63 2013.9 2199.9 2193.27	2040.37
173	Generation = 90000 Mutation = 75 Population = 6 Crossover = 1	2395.9 2010.16 2392.24 2344.46 2686.9 2404.77 2327.96 2416.98 2030.77 2894.8	2390.49

174	Generation = 90000 Mutation = 75 Population = 6 Crossover = 2	1761.71 1999.11 2493.05 2029.59 1822.75 1957.41 2137.2 2365.59 2194.79 1694.11	2045.53
175	Generation = 90000 Mutation = 50 Population = 6 Crossover = 1	2366.9 1949.84 2189.14 2253.46 2222.84 2238.48 2056.39 2072.31 2150.65 2298.14	2179.82
176	Generation = 90000 Mutation = 50 Population = 6 Crossover = 2	2046.67 1751.66 1858.7 1917.23 1967.06 2211.03 1830.55 1964.83 1738.06 1902.31	1918.81
177	Generation = 90000 Mutation = 50 Population = 1 Crossover = 1	2277.72 2197.05 2079.22 2467.17 2475.16 1853.49 2197.36 2028.62 2135.63 2197.61	2190.9
178	Generation = 90000 Mutation = 50 Population = 1 Crossover = 2	2051.91 2069.47 2497.84 2357.43 2038.93 1858.4 2105.58 2131.11 2097.57 2418.57	2162.68
179	Generation = 90000 Mutation = 10	2171.69 2087.86 2482.31	2348.24

	Population = 1 Crossover = 1	2234.38 2247.81 2319.05 2547.85 2303.85 2699.68 2387.91	
180	Generation = 90000 Mutation = 75 Population = 6 Crossover = 1	2388.08 2598.45 2267.8 2277.66 2324.83 2437.44 2360.14 2130.02 2180.6 2449.29	2341.43
181	Generation = 90000 Mutation = 25 Population = 3 Crossover = 1	2160.15 2299.56 2380.27 2489.57 2278.92 2131.23 2262.22 2352.86 2443.36 2289.92	2308.81
182	Generation = 90000 Mutation = 90 Population = 9 Crossover = 2	2483.39 2566.21 3004.47 2693.19 2137.48 2221.76 2465.26 2468.12 2602.0 2445.21	2508.71
183	Generation = 90000 Mutation = 90 Population = 9 Crossover = 1	2548.77 3000.63 2812.58 2969.2 2686.58 2655.55 2584.14 2649.47 2694.27 2847.17	2744.84
184	Generation = 90000 Mutation = 75 Population = 9 Crossover = 1	2650.46 2361.32 2097.33 2679.8 2179.04 2607.05	2511.21

		2441.93 2722.51 2769.05 2603.57	
185	Generation = 90000 Mutation = 25 Population = 6 Crossover = 1	2243.48 2268.74 2387.25 2250.24 1919.7 2551.76 2264.87 2522.96 2483.86 2550.16	2344.3
186	Generation = 90000 Mutation = 50 Population = 9 Crossover = 1	2596.83 2126.47 2323.52 2245.77 2319.06 2231.21 2254.61 2064.67 2270.86 2426.87	2285.99
187	Generation = 90000 Mutation = 10 Population = 6 Crossover = 1	2363.93 2580.02 2728.49 2384.8 2369.62 2392.25 2378.71 2228.21 2354.82 2305.1	2408.59
188	Generation = 90000 Mutation = 10 Population = 1 Crossover = 2	2058.25 2524.36 2057.03 2259.69 2106.01 2093.28 1776.83 2042.53 2061.18 1982.03	2096.12
189	Generation = 90000 Mutation = 50 Population = 3 Crossover = 1	2015.43 2264.26 1787.8 2213.98 2156.39 2217.19 1949.55 2545.59	2139.34

		2254.43 1988.8	
190	Generation = 90000 Mutation = 75 Population = 6 Crossover = 2	1801.67 1810.16 2137.86 2114.41 2204.95 1909.63 2345.35 2207.22 1873.65 2005.64	2041.05
191	Generation = 90000 Mutation = 25 Population = 3 Crossover = 2	1718.03 2056.87 2071.4 1847.27 1871.62 1864.78 1846.69 2048.9 1612.57 1953.06	1889.12
192	Generation = 90000 Mutation = 50 Population = 3 Crossover = 2	1987.63 1975.11 2246.68 1898.51 1923.67 2137.26 1689.85 1716.17 1971.47 1993.41	1953.98
193	Generation = 90000 Mutation = 75 Population = 9 Crossover = 2	2328.89 2502.1 2368.63 2048.8 2315.35 1991.14 2308.83 2033.42 2291.24 2077.31	2226.57
194	Generation = 90000 Mutation = 25 Population = 6 Crossover = 2	1843.23 1931.91 1867.09 1854.99 2015.88 1983.7 1850.05 1738.86 2167.37 1766.98	1902.01

195	Generation = 90000 Mutation = 50 Population = 9 Crossover = 2	2256.86 1839.62 1775.23 1916.93 2085.69 1920.13 1957.58 1837.46 2018.11 1913.91	1952.15
196	Generation = 90000 Mutation = 10 Population = 3 Crossover = 1	2340.59 2478.53 2509.6 2499.08 2311.75 2148.06 2539.01 2297.7 2485.95 2512.34	2412.26
197	Generation = 90000 Mutation = 10 Population = 6 Crossover = 2	2004.07 2055.91 1909.29 1808.29 1844.96 1996.49 1846.55 1963.28 2210.59 1836.61	1947.61
198	Generation = 90000 Mutation = 10 Population = 3 Crossover = 2	1974.2 2191.65 1807.43 2238.36 1888.56 2187.42 2447.55 2053.53 2134.72 1798.53	2072.19
199	Generation = 90000 Mutation = 25 Population = 9 Crossover = 1	2164.6 2322.66 2420.54 2419.98 2489.57 2125.37 2140.43 2570.65 2203.35 2392.92	2325.01
200	Generation = 90000 Mutation = 10	2638.16 2640.66 2458.43	2498.49

	Population = 9 Crossover = 1	2358.5 2431.45 2306.22 2472.92 2722.97 2510.29 2445.34	
201	Generation = 110000 Mutation = 90 Population = 1 Crossover = 1	2234.11 2252.89 2034.21 1867.0 2175.97 1958.42 1927.71 2035.23 2102.76 2184.13	2077.24
202	Generation = 110000 Mutation = 75 Population = 1 Crossover = 1	1962.05 2507.76 2075.25 2183.83 2117.21 2131.46 2080.33 2144.27 2017.95 2083.54	2130.37
203	Generation = 110000 Mutation = 90 Population = 3 Crossover = 1	2290.65 2060.36 2264.48 2058.19 2292.19 2208.64 2343.61 2473.01 2271.53 2274.92	2253.76
204	Generation = 110000 Mutation = 50 Population = 1 Crossover = 1	2143.4 1869.49 2191.34 1953.38 2490.79 2231.83 2264.02 2174.55 1991.43 1904.53	2121.48
205	Generation = 110000 Mutation = 90 Population = 1 Crossover = 2	2099.41 2358.92 2266.72 1987.15 2091.15 2049.9	2167.09

		2104.8 2555.61 2139.82 2017.37	
206	Generation = 110000 Mutation = 75 Population = 3 Crossover = 1	2335.5 1840.47 2085.52 2039.81 2051.56 2038.34 2279.92 2327.65 1847.4 2278.28	2112.45
207	Generation = 110000 Mutation = 75 Population = 6 Crossover = 1	2026.07 2220.84 2490.55 2596.8 2391.31 2233.58 2068.09 2034.84 2507.71 2614.32	2318.41
208	Generation = 110000 Mutation = 90 Population = 6 Crossover = 1	2827.43 2062.99 2194.69 2309.84 2272.11 2639.62 2330.36 2324.66 2139.43 2171.39	2327.25
209	Generation = 110000 Mutation = 75 Population = 1 Crossover = 2	2202.07 1955.22 2167.83 2253.74 1939.24 2270.51 1889.89 2013.93 2359.88 2010.05	2106.24
210	Generation = 110000 Mutation = 25 Population = 1 Crossover = 1	2484.62 2055.61 2233.93 2053.61 1937.72 2181.52 2333.37 2185.27	2165.89

		2237.34 1955.91	
211	Generation = 110000 Mutation = 90 Population = 9 Crossover = 1	2499.89 2807.02 2132.2 2408.84 2769.12 2526.06 1879.03 2965.07 2138.86 2678.97	2480.51
212	Generation = 110000 Mutation = 25 Population = 3 Crossover = 1	2412.8 2467.09 2308.47 2031.81 2031.7 2298.87 2530.22 2280.75 2309.44 2281.48	2295.26
213	Generation = 110000 Mutation = 90 Population = 3 Crossover = 2	2058.06 2153.19 2049.53 2320.48 2156.87 1720.29 2402.04 2023.74 1956.44 1986.42	2082.71
214	Generation = 110000 Mutation = 50 Population = 1 Crossover = 2	2182.67 1986.06 2287.56 1975.64 2394.31 1871.41 1948.22 2051.59 2017.86 1803.17	2051.85
215	Generation = 110000 Mutation = 75 Population = 9 Crossover = 1	2326.86 2291.66 2270.31 2068.92 2405.21 2317.03 2631.55 2097.07 2279.2 2153.33	2284.11

216	Generation = 110000 Mutation = 50 Population = 3 Crossover = 1	2120.73 2183.08 2289.14 2076.58 2109.11 2397.81 2118.51 2176.43 2214.65 2049.71	2173.58
217	Generation = 110000 Mutation = 50 Population = 6 Crossover = 1	2163.24 1984.43 2239.83 2247.77 1943.22 1897.64 2301.71 2344.42 2223.81 2101.5	2144.76
218	Generation = 110000 Mutation = 75 Population = 3 Crossover = 2	2097.42 2107.66 1993.25 1958.48 1894.92 1771.37 1889.53 1996.43 1796.11 1935.85	1944.1
219	Generation = 110000 Mutation = 25 Population = 9 Crossover = 1	2199.34 2402.48 2339.02 2406.83 2121.39 2072.67 2288.45 2158.65 2235.71 2175.0	2239.95
220	Generation = 110000 Mutation = 50 Population = 9 Crossover = 1	2193.7 2217.36 2281.9 2178.99 2223.16 2103.43 2292.09 2073.11 2146.4 2334.32	2204.45
221	Generation = 110000 Mutation = 90	2143.95 2146.41 2134.83	2149.87

	Population = 6 Crossover = 2	2034.08 2222.99 2361.77 2246.52 2090.8 2152.55 1964.84	
222	Generation = 110000 Mutation = 10 Population = 3 Crossover = 1	2200.18 1876.71 2243.99 2434.65 2243.04 2407.1 2280.85 2454.51 2444.12 2453.67	2303.88
223	Generation = 110000 Mutation = 25 Population = 6 Crossover = 1	2281.61 2217.93 2103.16 2358.89 2749.87 2407.9 2098.46 2153.0 2167.37 2126.68	2266.49
224	Generation = 110000 Mutation = 10 Population = 1 Crossover = 1	1961.72 2260.04 2116.6 2626.77 2640.99 2298.31 2136.91 2113.43 2285.16 2236.23	2267.62
225	Generation = 110000 Mutation = 75 Population = 6 Crossover = 2	1848.01 2026.94 1885.77 2100.02 1736.18 1864.62 1937.26 2148.46 1881.36 1801.81	1923.04
226	Generation = 110000 Mutation = 25 Population = 1 Crossover = 2	2033.96 1946.76 1821.28 2018.47 1830.43 1964.57	1963.95

		2043.11 1945.86 2074.05 1961.04	
227	Generation = 110000 Mutation = 10 Population = 6 Crossover = 1	2309.55 2249.22 2549.82 2302.28 2226.46 2161.33 2245.31 2527.77 2095.0 2411.35	2307.81
228	Generation = 110000 Mutation = 10 Population = 9 Crossover = 1	2623.6 2427.83 2436.08 2233.11 2496.29 2688.43 2205.04 2305.05 2289.23 2145.49	2385.02
229	Generation = 110000 Mutation = 90 Population = 9 Crossover = 2	2102.25 2457.02 2090.16 2327.61 2392.12 2059.47 2375.77 2158.52 2173.19 2440.95	2257.71
230	Generation = 110000 Mutation = 50 Population = 3 Crossover = 2	2043.3 1858.57 1750.69 1827.52 2042.74 1993.82 2198.73 1891.19 1786.74 1835.49	1922.88
231	Generation = 110000 Mutation = 75 Population = 9 Crossover = 2	2061.44 2131.26 2121.75 2061.53 2031.68 1936.09 2082.26 1944.73	2036.88

		1954.44 2043.64	
232	Generation = 110000 Mutation = 25 Population = 3 Crossover = 2	1998.8 1836.78 1851.17 1942.67 2151.6 1873.37 2018.46 1703.08 1947.06 1866.58	1918.96
233	Generation = 110000 Mutation = 50 Population = 6 Crossover = 2	1768.76 1734.96 1830.19 1864.1 1797.8 1664.42 1789.98 1894.73 2018.18 2200.58	1856.37
234	Generation = 110000 Mutation = 10 Population = 1 Crossover = 2	2000.43 2367.33 2069.46 2088.02 1986.88 1829.04 2038.5 1946.1 2106.91 2067.44	2050.01
235	Generation = 110000 Mutation = 50 Population = 9 Crossover = 2	1749.53 1763.34 1653.92 1962.36 1689.94 2135.38 1721.52 1825.33 1874.09 1832.09	1820.75
236	Generation = 110000 Mutation = 10 Population = 3 Crossover = 2	1846.41 1879.12 1980.85 2137.63 1988.66 1798.15 2111.1 1967.29 2000.58 2364.72	2007.45

237	Generation = 110000 Mutation = 25 Population = 6 Crossover = 2	1972.08 1975.45 1914.11 1958.84 1821.77 2182.96 1937.45 1770.46 1867.39 1905.39	1930.59
238	Generation = 110000 Mutation = 25 Population = 9 Crossover = 2	1764.24 1768.01 1751.86 1763.05 1857.13 2011.72 1751.85 1721.25 1842.26 1935.22	1816.66
239	Generation = 110000 Mutation = 10 Population = 6 Crossover = 2	1926.84 1993.98 1945.07 2009.75 1893.75 1867.24 1927.44 1900.52 1914.88 1948.65	1932.81
240	Generation = 110000 Mutation = 10 Population = 9 Crossover = 2	1888.03 1858.28 2034.34 2118.12 1833.17 1959.32 1773.72 1829.72 1736.17 1663.63	1869.45
241	Generation = 130000 Mutation = 90 Population = 1 Crossover = 2	2193.86 1878.29 1878.49 2266.04 2145.2 2122.76 1999.47 2270.68 2313.79 1935.48	2100.41
242	Generation = 130000 Mutation = 75	2160.41 2243.78 1898.52	2113.73

	Population = 1 Crossover = 1	1869.61 2142.01 2145.3 2090.71 2456.21 2096.96 2033.82	
243	Generation = 130000 Mutation = 50 Population = 1 Crossover = 1	2191.94 2193.71 2390.05 2005.9 2333.99 2159.64 2055.48 2082.33 1998.79 1960.68	2137.25
244	Generation = 130000 Mutation = 90 Population = 3 Crossover = 1	1931.67 1960.34 1813.41 2008.87 2234.75 2187.43 2316.11 2301.61 2188.67 2162.69	2110.56
245	Generation = 130000 Mutation = 75 Population = 1 Crossover = 2	2188.21 1996.38 2285.24 2060.09 1921.25 2118.81 1940.11 2111.58 2057.78 2149.63	2082.91
246	Generation = 130000 Mutation = 25 Population = 1 Crossover = 1	2338.25 2045.65 2369.49 2026.28 2276.12 2488.27 1950.74 2079.79 2331.48 2361.68	2226.78
247	Generation = 130000 Mutation = 75 Population = 3 Crossover = 1	2140.6 2135.24 1840.23 2219.16 2256.27 2335.68	2114.04

		2044.82 2227.69 1878.43 2062.3	
248	Generation = 130000 Mutation = 50 Population = 1 Crossover = 2	2313.29 2092.73 1792.69 2058.88 2010.31 1861.8 2048.3 2175.03 2022.3 2038.76	2041.41
249	Generation = 130000 Mutation = 25 Population = 3 Crossover = 1	2114.36 2223.25 2187.54 2218.97 2183.26 2087.85 2134.03 2009.75 2450.13 2416.02	2202.52
250	Generation = 130000 Mutation = 50 Population = 3 Crossover = 1	2009.32 2290.81 2226.65 2363.9 2091.92 1966.13 1935.95 1794.97 2005.23 2289.81	2097.47
251	Generation = 130000 Mutation = 10 Population = 3 Crossover = 2	1965.76 2322.15 2005.02 1936.88 2363.44 2325.38 1817.35 2159.77 2065.76 2153.0	2111.45
252	Generation = 130000 Mutation = 25 Population = 1 Crossover = 2	2186.22 2473.31 2154.19 2189.93 2294.2 1815.55 2177.65 2184.11	2170.12

		2354.78 1871.23	
253	Generation = 130000 Mutation = 75 Population = 3 Crossover = 2	1831.22 1807.14 1880.02 2019.79 1981.88 1850.48 1782.06 1839.69 2012.71 1946.73	1895.17
254	Generation = 130000 Mutation = 10 Population = 3 Crossover = 1	2090.54 2224.96 1858.35 2000.12 2430.99 2696.15 2168.75 2446.21 2130.85 2286.57	2233.35
255	Generation = 130000 Mutation = 50 Population = 3 Crossover = 2	1838.87 2166.26 1880.08 2012.41 1852.02 2150.91 1887.67 1802.4 1935.04 1795.59	1932.12
256	Generation = 130000 Mutation = 25 Population = 3 Crossover = 2	1843.29 1786.41 1838.67 1950.72 1703.76 1954.01 1835.0 1950.53 1650.41 1862.39	1837.52
257	Generation = 130000 Mutation = 90 Population = 6 Crossover = 2	1916.03 1845.12 1866.0 2306.53 2066.61 1840.22 2038.65 2105.27 1977.25 2350.39	2031.21

258	Generation = 130000 Mutation = 90 Population = 6 Crossover = 1	2331.61 2275.18 2476.23 2368.52 2403.64 2095.48 2567.41 2116.9 2101.28 2074.31	2281.06
259	Generation = 130000 Mutation = 75 Population = 6 Crossover = 2	1701.07 1782.29 2084.6 1694.24 1879.78 1977.4 1821.05 1753.73 1881.32 1936.38	1851.19
260	Generation = 130000 Mutation = 75 Population = 6 Crossover = 1	2017.13 1998.24 2696.12 2252.33 2061.19 2358.06 1889.35 2168.36 2157.82 2262.25	2186.08
261	Generation = 130000 Mutation = 25 Population = 6 Crossover = 2	2082.73 1812.28 1851.43 1753.96 1803.6 1775.63 1710.13 1825.91 1863.11 1924.05	1840.28
262	Generation = 130000 Mutation = 90 Population = 9 Crossover = 2	2236.22 2428.26 1921.72 2263.52 2370.2 1978.61 2140.94 2344.9 2125.16 2073.24	2188.28
263	Generation = 130000 Mutation = 50	1747.26 1850.39 1702.64	1850.69

	Population = 6 Crossover = 2	2116.42 1896.83 1777.04 1913.54 1849.93 1876.43 1776.42	
264	Generation = 130000 Mutation = 90 Population = 9 Crossover = 1	2460.11 2349.19 2142.17 2521.53 2490.53 2599.51 2302.92 2292.44 2484.89 2255.58	2389.89
265	Generation = 130000 Mutation = 75 Population = 9 Crossover = 2	1877.14 1797.46 2010.9 2049.35 2097.86 1808.75 1964.9 1840.05 1869.33 1869.4	1918.51
266	Generation = 130000 Mutation = 50 Population = 6 Crossover = 1	2433.75 1860.66 2105.27 2208.64 2240.96 1887.35 1911.38 2122.94 1878.93 2159.97	2080.99
267	Generation = 130000 Mutation = 10 Population = 6 Crossover = 2	1820.18 1808.28 1801.31 1948.86 1883.82 1976.8 1959.95 1888.7 1911.51 1773.23	1877.26
268	Generation = 130000 Mutation = 75 Population = 9 Crossover = 1	2191.21 2156.53 2189.92 2562.79 2157.74 2453.53	2250.26

		2320.22 2000.42 2121.22 2349.02	
269	Generation = 130000 Mutation = 50 Population = 9 Crossover = 2	1855.21 2059.94 1947.08 1886.43 1790.81 1704.04 2003.99 1826.2 1719.72 1924.11	1871.75
270	Generation = 130000 Mutation = 25 Population = 6 Crossover = 1	2232.53 2204.26 2431.03 1960.61 2322.4 2249.09 2230.87 1976.43 2085.45 2006.35	2169.9
271	Generation = 130000 Mutation = 50 Population = 9 Crossover = 1	2366.29 2239.73 2187.3 2312.99 2212.74 2076.9 2541.11 2160.14 2157.59 2351.45	2260.62
272	Generation = 130000 Mutation = 25 Population = 9 Crossover = 2	1915.16 1878.51 1897.18 1742.13 1839.24 1686.65 1919.84 1853.58 1801.3 1841.63	1837.52
273	Generation = 130000 Mutation = 10 Population = 6 Crossover = 1	2290.5 2226.19 2557.73 2083.84 2050.34 2297.84 2373.51 2152.06	2296.35

		2446.39 2485.12	
274	Generation = 130000 Mutation = 10 Population = 9 Crossover = 2	1965.52 1794.77 1905.98 1875.56 1746.59 1947.85 1867.68 2108.41 1695.4 1974.05	1888.18
275	Generation = 130000 Mutation = 25 Population = 9 Crossover = 1	2107.13 1896.44 1978.99 2374.45 2020.55 1894.8 1983.5 2392.82 2249.39 2151.66	2104.97
276	Generation = 130000 Mutation = 10 Population = 9 Crossover = 1	2304.1 2185.32 2308.59 2386.45 2610.79 2272.93 2474.91 2346.9 2331.47 2576.94	2379.84
277	Generation = 150000 Mutation = 90 Population = 1 Crossover = 2	1998.77 2207.8 2259.85 1900.27 2406.85 2144.43 1880.52 1962.23 2095.48 1935.4	2079.16
278	Generation = 150000 Mutation = 75 Population = 1 Crossover = 1	2503.54 2240.88 1988.64 2044.53 2059.76 1884.6 2368.19 2142.45 2130.13 2018.02	2138.07

279	Generation = 150000 Mutation = 50 Population = 1 Crossover = 1	2240.67 2146.36 1957.04 2097.63 1970.21 2208.48 2176.42 2129.08 1954.16 2209.7	2108.97
280	Generation = 150000 Mutation = 25 Population = 1 Crossover = 1	2089.6 2507.88 2044.62 2224.29 2080.7 2411.01 2208.75 2426.06 2345.08 2144.48	2248.25
281	Generation = 150000 Mutation = 75 Population = 1 Crossover = 2	1974.78 2133.64 2188.8 2069.47 2059.16 2186.42 2130.89 2211.39 2218.78 1934.27	2110.76
282	Generation = 150000 Mutation = 90 Population = 3 Crossover = 1	2173.13 1916.48 2407.04 2178.12 1968.96 2062.37 2279.0 2049.49 2181.95 2015.55	2123.21
283	Generation = 150000 Mutation = 50 Population = 1 Crossover = 2	2180.72 1935.07 2197.62 1958.26 2209.92 2163.6 2196.77 2242.73 2222.31 2019.78	2132.68
284	Generation = 150000 Mutation = 75	2164.32 2307.37 2360.75	2119.63

	Population = 3 Crossover = 1	2185.11 2250.0 2107.09 1920.85 2128.01 1946.64 1826.12	
285	Generation = 150000 Mutation = 10 Population = 3 Crossover = 2	2031.2 1925.49 1805.88 2005.79 2332.98 1788.34 2088.42 2146.39 2063.35 2031.4	2021.92
286	Generation = 150000 Mutation = 50 Population = 3 Crossover = 1	1995.85 1980.78 2032.05 1908.06 2201.1 2190.23 2225.08 2370.22 1888.89 2076.33	2086.86
287	Generation = 150000 Mutation = 25 Population = 1 Crossover = 2	2392.23 2181.92 2329.04 1981.81 1800.2 2218.14 2104.81 2136.86 2127.81 2217.77	2149.06
288	Generation = 150000 Mutation = 25 Population = 3 Crossover = 1	2194.85 2307.6 2225.13 1975.55 2149.62 2132.56 1988.2 2082.2 2483.71 2194.91	2173.43
289	Generation = 150000 Mutation = 75 Population = 3 Crossover = 2	2062.05 2022.24 1756.92 1918.1 1865.82 1990.59	1933.67

		1858.45 2066.18 1842.51 1953.81	
290	Generation = 150000 Mutation = 10 Population = 3 Crossover = 1	2085.56 2084.44 2024.45 2581.2 2400.43 2270.41 2274.44 2079.96 2303.82 2196.71	2230.14
291	Generation = 150000 Mutation = 50 Population = 3 Crossover = 2	2182.21 2041.56 1847.09 2040.97 2059.54 1931.04 1955.02 1867.84 2093.01 1917.24	1993.55
292	Generation = 150000 Mutation = 25 Population = 3 Crossover = 2	1820.36 1883.8 2000.68 2295.41 2106.99 1904.24 2156.05 1758.22 1817.17 1881.5	1962.44
293	Generation = 150000 Mutation = 90 Population = 9 Crossover = 2	1846.93 1961.79 2113.51 1838.85 1778.84 2106.59 2041.41 3481.55 2057.33 3769.63	2299.64
294	Generation = 150000 Mutation = 90 Population = 9 Crossover = 1	2097.26 2404.54 2329.98 2181.43 2186.43 2300.53 2099.74 2131.43	2285.5

		2324.87 2798.75	
295	Generation = 150000 Mutation = 75 Population = 9 Crossover = 2	1976.58 1714.99 1644.07 1759.01 2036.63 1864.39 1713.2 1993.13 1812.24 1755.04	1826.93
296	Generation = 150000 Mutation = 75 Population = 9 Crossover = 1	2130.31 2001.92 2393.42 2041.58 2086.43 1930.76 2311.99 2454.33 2015.81 2197.6	2156.41
297	Generation = 150000 Mutation = 25 Population = 9 Crossover = 2	1917.45 1768.54 1986.13 1735.22 1723.14 1957.5 1868.57 1871.7 1821.65 1964.92	1861.48
298	Generation = 150000 Mutation = 10 Population = 9 Crossover = 2	1821.28 1898.64 1738.44 1668.28 1921.75 2058.74 1817.62 2082.7 1805.07 1814.86	1862.74
299	Generation = 150000 Mutation = 10 Population = 9 Crossover = 1	2298.66 2502.12 2193.85 2290.28 2220.43 2117.95 2497.51 2272.15 2411.21 2371.53	2317.57

300	Generation = 150000 Mutation = 25 Population = 9 Crossover = 1	2168.27 1905.44 2156.21 2297.89 2059.94 2062.84 2180.17 2216.06 2391.02 2178.78	2161.66
301	Generation = 150000 Mutation = 50 Population = 9 Crossover = 2	1779.84 1725.53 1818.93 1907.4 1850.14 1606.73 1781.49 1785.55 1844.93 1618.36	1771.89
302	Generation = 150000 Mutation = 50 Population = 9 Crossover = 1	1956.05 2084.4 2115.39 2159.18 2093.7 2125.87 1749.88 2070.46 2331.56 1992.47	2067.9
303	Generation = 150000 Mutation = 90 Population = 6 Crossover = 1	2144.86 2074.36 2174.45 2257.49 2150.53 2074.11 2390.25 1867.59 2068.05 2012.92	2121.46
304	Generation = 150000 Mutation = 90 Population = 6 Crossover = 1	2144.86 2074.36 2174.45 2257.49 2150.53 2074.11 2390.25 1867.59 2068.05 2012.92	
305	Generation = 150000 Mutation = 90	1717.0 2176.75 1829.23	1902.1

	Population = 6 Crossover = 2	1729.48 1934.03 2110.69 1835.63 1994.21 1898.68 1795.28	
306	Generation = 150000 Mutation = 90 Population = 6 Crossover = 2	1717.0 2176.75 1829.23 1729.48 1934.03 2110.69 1835.63 1994.21 1898.68 1795.28	
307	Generation = 150000 Mutation = 75 Population = 6 Crossover = 2	1653.53 2049.21 2039.46 2090.56 1800.44 1715.38 1867.41 1719.22 1799.75 1762.69	1849.77
308	Generation = 150000 Mutation = 75 Population = 6 Crossover = 2	1653.53 2049.21 2039.46 2090.56 1800.44 1715.38 1867.41 1719.22 1799.75 1762.69	
309	Generation = 150000 Mutation = 75 Population = 6 Crossover = 1	2114.05 2225.78 2030.33 2141.83 2152.38 2396.26 2550.34 2183.03 2149.16 2394.13	2233.73
310	Generation = 150000 Mutation = 75 Population = 6 Crossover = 1	2114.05 2225.78 2030.33 2141.83 2152.38 2396.26	

		2550.34 2183.03 2149.16 2394.13	
311	Generation = 150000 Mutation = 25 Population = 6 Crossover = 2	1738.84 2161.75 1734.35 1721.97 1984.26 1885.02 1842.39 2059.6 2109.28 1784.04	1902.15
312	Generation = 150000 Mutation = 25 Population = 6 Crossover = 2	1738.84 2161.75 1734.35 1721.97 1984.26 1885.02 1842.39 2059.6 2109.28 1784.04	
313	Generation = 150000 Mutation = 50 Population = 6 Crossover = 2	1912.18 1810.13 1858.57 1718.75 1813.76 1655.29 1722.71 1753.41 1771.89 1780.51	1779.72
314	Generation = 150000 Mutation = 50 Population = 6 Crossover = 2	1912.18 1810.13 1858.57 1718.75 1813.76 1655.29 1722.71 1753.41 1771.89 1780.51	
315	Generation = 150000 Mutation = 50 Population = 6 Crossover = 1	1805.73 2086.7 2366.27 2304.39 2209.69 2311.0 2277.58 2177.33	2172.66

		2003.29 2184.64	
316	Generation = 150000 Mutation = 50 Population = 6 Crossover = 1	1805.73 2086.7 2366.27 2304.39 2209.69 2311.0 2277.58 2177.33 2003.29 2184.64	
317	Generation = 150000 Mutation = 25 Population = 6 Crossover = 1	1915.76 2408.85 2203.47 2089.36 2097.83 2235.66 1984.53 2349.99 2225.94 2421.43	2193.28
318	Generation = 150000 Mutation = 25 Population = 6 Crossover = 1	1915.76 2408.85 2203.47 2089.36 2097.83 2235.66 1984.53 2349.99 2225.94 2421.43	
319	Generation = 150000 Mutation = 10 Population = 6 Crossover = 2	1971.45 1978.44 1753.49 1865.61 1870.75 1742.74 1883.46 1754.26 1959.39 1778.59	1855.82
320	Generation = 150000 Mutation = 10 Population = 6 Crossover = 2	1971.45 1978.44 1753.49 1865.61 1870.75 1742.74 1883.46 1754.26 1959.39 1778.59	

321	Generation = 150000 Mutation = 10 Population = 6 Crossover = 1	2386.96 2282.09 2269.14 2552.96 2158.97 2465.24 2395.21 2264.81 2658.31 2025.07	2345.88
322	Generation = 170000 Mutation = 90 Population = 1 Crossover = 1	2335.91 2166.15 2000.06 2144.59 2162.27 2214.93 2002.89 1860.81 2072.35 2069.1	2102.91
323	Generation = 170000 Mutation = 75 Population = 1 Crossover = 1	2175.53 2325.27 1999.69 2191.65 2022.65 2315.74 1906.83 2147.05 2031.6 2041.54	2115.76
324	Generation = 170000 Mutation = 90 Population = 3 Crossover = 1	2072.73 2112.78 2199.57 1975.91 2219.65 2070.56 2350.59 2331.18 2046.66 1926.1	2130.57
325	Generation = 170000 Mutation = 50 Population = 1 Crossover = 1	2112.27 2073.67 2310.78 2084.24 2170.55 1998.92 2187.73 1902.82 2072.11 2124.36	2103.75
326	Generation = 170000 Mutation = 90	2265.23 2176.45 2109.55	2062.08

	Population = 1 Crossover = 2	1903.79 1923.78 1962.53 2061.45 2063.37 2133.55 2021.06	
327	Generation = 170000 Mutation = 75 Population = 1 Crossover = 2	2141.72 1933.8 1980.58 2013.3 1958.44 2068.58 1896.18 2063.85 1876.94 1981.55	1991.49
328	Generation = 170000 Mutation = 75 Population = 3 Crossover = 1	1895.12 2135.04 2159.17 2466.72 2328.21 1969.1 2034.78 2206.14 1970.53 2236.85	2140.17
329	Generation = 170000 Mutation = 90 Population = 6 Crossover = 1	2199.72 2102.71 1835.69 2090.11 2067.54 2074.86 2436.32 2065.16 2331.0 2122.87	2132.6
330	Generation = 170000 Mutation = 25 Population = 1 Crossover = 1	2068.81 2182.09 2414.61 2537.37 2059.83 2220.51 2353.02 2175.06 2073.17 2208.92	2229.34
331	Generation = 170000 Mutation = 50 Population = 3 Crossover = 1	2080.0 2133.31 2093.09 2138.6 2159.32 1962.79	2097.19

		1976.58 2238.49 2226.99 1962.7	
332	Generation = 170000 Mutation = 75 Population = 6 Crossover = 1	1890.99 2072.8 2147.21 2093.79 1965.18 2417.49 2080.82 2134.07 1884.77 2069.96	2075.71
333	Generation = 170000 Mutation = 50 Population = 1 Crossover = 2	1913.33 2221.36 2041.99 1916.96 2201.77 1988.98 1995.73 2238.63 2036.56 1982.81	2053.81
334	Generation = 170000 Mutation = 90 Population = 3 Crossover = 2	1883.91 1954.17 1935.2 1952.61 1860.95 2011.42 2340.6 1806.95 1827.08 1816.71	1938.96
335	Generation = 170000 Mutation = 10 Population = 1 Crossover = 1	2319.37 2133.11 2348.57 2444.2 2378.79 2327.69 2253.47 2355.31 2341.13 2623.67	2352.53
336	Generation = 170000 Mutation = 90 Population = 9 Crossover = 1	2453.85 2740.16 2213.01 2061.53 2222.63 2179.52 2202.43 1844.19	2261.69

		2591.91 2107.72	
337	Generation = 170000 Mutation = 75 Population = 9 Crossover = 1	2152.61 2425.53 2006.21 2141.7 2184.79 2110.72 2256.41 2074.46 2256.35 2188.75	2179.75
338	Generation = 170000 Mutation = 75 Population = 3 Crossover = 2	2019.28 1944.62 1798.03 1964.36 1826.6 1878.9 1735.05 1785.48 1958.96 1939.06	1885.03
339	Generation = 170000 Mutation = 50 Population = 6 Crossover = 1	2127.18 1903.75 2186.18 2083.87 2148.72 2030.26 2243.19 1903.09 2080.31 2087.28	2079.38
340	Generation = 170000 Mutation = 25 Population = 3 Crossover = 1	2255.65 2063.02 2430.36 2217.36 2181.7 2267.22 2342.67 2308.69 2062.92 2028.41	2215.8
341	Generation = 170000 Mutation = 10 Population = 3 Crossover = 1	2193.65 2174.41 2432.85 2379.48 2262.46 2496.59 2316.86 2175.06 2304.43 2549.75	2328.55

342	Generation = 170000 Mutation = 25 Population = 1 Crossover = 2	2129.33 1938.15 2160.92 2308.8 2075.88 2157.02 2032.48 2083.72 2232.84 1886.38	2100.55
343	Generation = 170000 Mutation = 90 Population = 6 Crossover = 2	1614.31 1674.32 1791.08 1778.33 1858.51 1897.25 1880.0 2007.54 1928.9 1894.34	1832.46
344	Generation = 170000 Mutation = 50 Population = 3 Crossover = 2	1841.8 1808.09 1855.59 2081.9 2089.86 1914.53 1894.86 1813.54 1909.76 1943.92	1915.38
345	Generation = 170000 Mutation = 50 Population = 9 Crossover = 1	2339.3 1926.0 2101.26 2214.5 1964.85 2018.47 2176.5 2136.45 2410.63 1951.88	2123.98
346	Generation = 170000 Mutation = 25 Population = 6 Crossover = 1	2132.48 2123.12 2070.4 2128.54 2145.03 2203.56 2364.26 2052.51 1923.45 2309.26	2145.26
347	Generation = 170000 Mutation = 10	2097.04 2147.53 2033.37	2079.95

	Population = 1 Crossover = 2	1837.79 2152.47 1958.26 2084.89 2104.12 2162.75 2221.31	
348	Generation = 170000 Mutation = 75 Population = 6 Crossover = 2	1858.02 2043.75 1837.32 1940.36 1664.67 1740.97 2096.03 1840.63 2007.74 1747.8	1877.73
349	Generation = 170000 Mutation = 10 Population = 6 Crossover = 1	2267.12 2237.11 2545.13 2359.0 1894.44 2141.74 2419.51 2133.2 1987.22 2286.83	2227.13
350	Generation = 170000 Mutation = 90 Population = 9 Crossover = 2	2121.97 1966.44 1884.57 2085.0 1941.47 1864.48 2105.59 1973.41 2046.21 1975.59	1996.47
351	Generation = 170000 Mutation = 10 Population = 3 Crossover = 2	2132.77 2051.12 2002.43 2120.79 2012.33 1842.33 2027.08 1989.13 1955.86 1992.1	2012.59
352	Generation = 170000 Mutation = 25 Population = 3 Crossover = 2	1860.97 1921.7 1940.53 1996.31 2022.54 1977.2	1975.81

		2197.91 2081.72 1713.64 2045.55	
353	Generation = 170000 Mutation = 50 Population = 6 Crossover = 2	1700.89 1836.59 2019.39 1937.11 2093.3 1909.37 1690.8 1920.44 2128.61 1869.95	1910.64
354	Generation = 170000 Mutation = 25 Population = 9 Crossover = 1	2002.42 2149.43 2276.47 2237.16 2200.31 2109.88 2304.92 2252.97 1976.2 1932.87	2144.26
355	Generation = 170000 Mutation = 75 Population = 9 Crossover = 2	1831.66 1657.94 1692.96 1627.75 1839.13 1732.76 2028.23 1651.5 1761.36 1811.48	1763.48
356	Generation = 170000 Mutation = 25 Population = 6 Crossover = 2	1746.44 2066.61 1724.69 2077.66 1747.86 1806.83 1808.24 1692.96 1918.26 1863.22	1845.27
357	Generation = 170000 Mutation = 10 Population = 9 Crossover = 1	2002.91 2528.18 2218.47 2243.64 2009.03 2496.87 2423.78 2377.66	2275.54

		2385.97 2068.88	
358	Generation = 170000 Mutation = 50 Population = 9 Crossover = 2	1675.12 1761.22 1717.84 1757.71 1821.24 1940.62 1802.31 1727.19 1624.35 1752.59	1758.02
359	Generation = 170000 Mutation = 10 Population = 6 Crossover = 2	1740.42 2046.33 1983.94 1884.91 1998.51 1882.17 1864.24 1832.97 1876.32 1989.1	1909.89
360	Generation = 170000 Mutation = 25 Population = 9 Crossover = 2	1845.16 1612.06 1777.12 1967.2 1861.15 1884.92 1711.43 1866.76 1681.35 1813.75	1802.09
361	Generation = 170000 Mutation = 10 Population = 9 Crossover = 2	1998.31 1730.04 1827.2 1944.0 1891.45 1975.17 1779.45 1774.25 1821.91 1809.73	1855.15
362	Generation = 190000 Mutation = 90 Population = 1 Crossover = 1	2096.88 2015.25 2288.14 2167.32 2104.4 2218.58 2244.6 2225.85 2259.11 2009.67	2162.98

363	Generation = 190000 Mutation = 75 Population = 1 Crossover = 1	1811.4 2155.32 1946.34 2007.1 1947.99 1987.87 2003.64 2092.57 2298.0 2045.17	2029.54
364	Generation = 190000 Mutation = 90 Population = 3 Crossover = 1	2068.5 2138.59 2152.5 2107.64 2211.27 2034.46 2337.65 1979.72 2014.72 2173.56	2121.86
365	Generation = 190000 Mutation = 90 Population = 1 Crossover = 2	1898.39 1928.67 2138.46 2133.94 2188.77 2344.28 1934.71 1838.97 2005.9 2076.73	2048.88
366	Generation = 190000 Mutation = 50 Population = 1 Crossover = 1	2286.26 2113.94 2281.47 2478.26 2045.53 2092.76 1867.28 2039.63 2373.49 1865.74	2144.43
367	Generation = 190000 Mutation = 75 Population = 3 Crossover = 1	2073.32 2116.85 2319.42 1804.37 1764.13 1949.18 1945.49 2162.2 1918.36 2209.08	2026.24
368	Generation = 190000 Mutation = 25	2171.18 2100.52 2527.48	2153.27

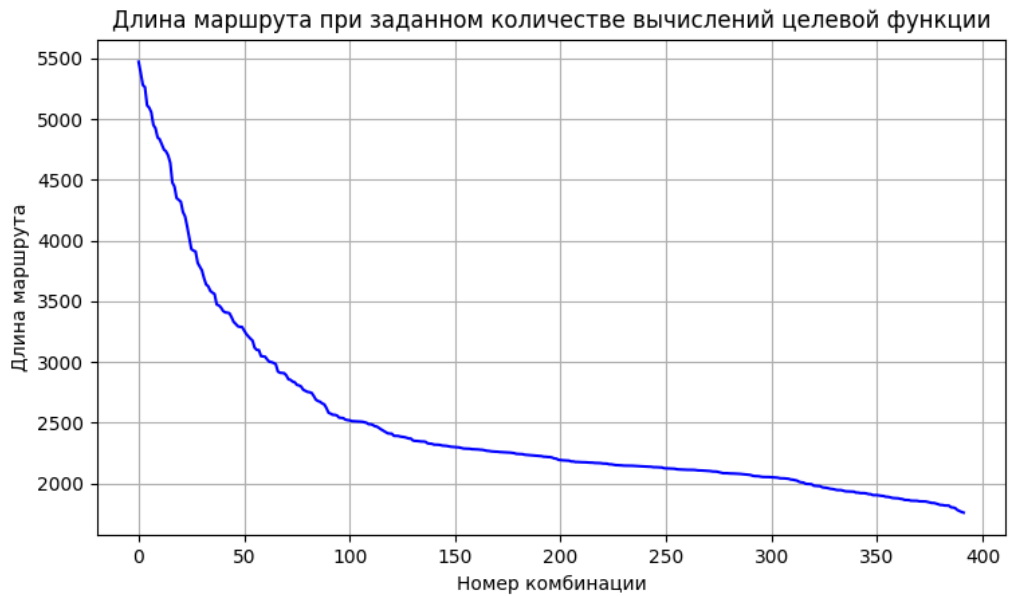
	Population = 1 Crossover = 1	2215.05 1927.94 2214.03 2122.73 1980.48 2102.6 2170.72	
369	Generation = 190000 Mutation = 90 Population = 6 Crossover = 1	2051.77 1902.4 2435.65 1844.32 1791.34 2036.81 2524.42 2102.47 2135.92 1984.37	2080.95
370	Generation = 190000 Mutation = 75 Population = 1 Crossover = 2	2156.38 2029.3 2261.37 2117.07 2045.99 2324.94 1976.98 1913.61 2171.96 1920.14	2091.77
371	Generation = 190000 Mutation = 75 Population = 6 Crossover = 1	1985.48 2179.7 2021.86 2074.22 2091.31 1940.8 2073.95 2141.0 1690.55 2504.13	2070.3
372	Generation = 190000 Mutation = 50 Population = 1 Crossover = 2	1766.74 1855.34 2209.49 2249.38 2282.93 2105.48 2293.42 1996.65 1974.53 2007.16	2074.11
373	Generation = 190000 Mutation = 90 Population = 9 Crossover = 1	2163.84 2223.2 1929.42 2000.28 2044.32 2261.56	2142.77

		2385.98 2112.24 2192.32 2114.59	
374	Generation = 190000 Mutation = 50 Population = 3 Crossover = 1	2138.53 1836.93 2278.54 2111.87 1982.42 2281.22 1934.99 1952.79 2148.66 2163.05	2082.9
375	Generation = 190000 Mutation = 25 Population = 3 Crossover = 1	2306.1 2386.78 2184.43 2263.76 2120.36 2219.51 2030.3 2022.92 1886.45 2144.3	2156.49
376	Generation = 190000 Mutation = 90 Population = 3 Crossover = 2	1816.29 2061.58 2092.74 1969.7 1909.47 1795.02 1837.86 1773.82 1852.22 1856.23	1896.49
377	Generation = 190000 Mutation = 75 Population = 3 Crossover = 2	1827.51 1862.32 1873.55 1845.79 1979.21 1886.48 1868.89 1869.08 1822.49 1793.38	1862.87
378	Generation = 190000 Mutation = 10 Population = 1 Crossover = 1	2081.24 2497.3 2277.7 2432.12 2874.66 2358.54 2349.75 2006.3	2375.05

		2148.67 2724.21	
379	Generation = 190000 Mutation = 25 Population = 1 Crossover = 2	2040.89 2047.43 1994.27 2207.59 2309.77 2020.21 2279.24 1886.0 2294.24 2022.83	2110.24
380	Generation = 190000 Mutation = 10 Population = 3 Crossover = 1	2434.26 2769.42 2295.97 2270.39 2302.66 2100.76 2582.83 2482.45 2280.35 2305.8	2382.49
381	Generation = 190000 Mutation = 75 Population = 9 Crossover = 1	1707.33 1975.02 1790.5 2141.74 2328.35 2139.79 2354.54 2119.64 1893.47 2137.9	2058.83
382	Generation = 190000 Mutation = 25 Population = 6 Crossover = 1	2325.99 2076.9 2203.97 2111.51 2055.19 2477.52 2316.0 2126.14 2016.52 2000.66	2171.04
383	Generation = 190000 Mutation = 90 Population = 6 Crossover = 2	1772.61 1821.78 1761.39 1955.19 1877.39 1817.96 1961.12 1955.62 1806.55 2069.43	1879.9

384	Generation = 190000 Mutation = 50 Population = 6 Crossover = 1	2276.17 2077.24 2013.51 1943.84 2046.06 1879.21 2130.99 2147.18 1938.96 2056.6	2050.98
385	Generation = 190000 Mutation = 50 Population = 3 Crossover = 2	2024.75 1859.13 2003.3 2067.04 2006.46 1899.73 2031.44 2001.21 1885.02 2019.53	1979.76
386	Generation = 190000 Mutation = 25 Population = 3 Crossover = 2	1907.04 1807.12 1976.25 1979.33 1939.94 1989.93 1714.36 1809.86 1992.11 1874.19	1899.01
387	Generation = 190000 Mutation = 75 Population = 6 Crossover = 2	1892.11 1902.83 1771.66 1727.73 2022.45 1852.0 1661.93 2000.04 1610.66 1717.7	1815.91
388	Generation = 190000 Mutation = 90 Population = 9 Crossover = 2	1844.43 1936.85 1871.08 1694.99 2016.37 2447.33 1860.99 1994.8 1840.8 2071.25	1957.89
389	Generation = 190000 Mutation = 50	2161.47 1972.34 1965.08	2058.87

	Population = 9 Crossover = 1	1871.97 1971.36 2321.3 2143.7 2121.11 1991.28 2069.08	
390	Generation = 190000 Mutation = 10 Population = 1 Crossover = 2	2409.21 1955.36 2362.64 2285.13 2159.81 2072.44 2211.55 2148.21 2044.29 2107.57	2175.62
391	Generation = 190000 Mutation = 25 Population = 9 Crossover = 1	2124.44 2105.57 2158.41 2217.11 2052.62 2403.83 2433.26 2246.97 2270.22 2105.11	2211.75
392	Generation = 190000 Mutation = 10 Population = 6 Crossover = 1	2214.83 2273.95 2318.62 2526.7 2330.45 2130.0 2115.57 2302.13 2182.4 2468.62	2286.33



Длина маршрута при заданном количестве вычислений целевой функции (среднее значение) для различных параметров алгоритма (данные отсортированы для наглядности от худшего к лучшему)

Приложение С

Ссылка на гитхаб: https://github.com/savateevdmit/Traveling_salesman_problem