



# Разработка интеллектуального сервиса по бронированию электронных зарядных станций

## Объект работы

Алгоритмы маршрутизации

## Предмет работы

Адаптация интеллектуальных алгоритмов маршрутизации в области эксплуатации инфраструктуры зарядных станций

## Цель работы

Автоматизация процесса бронирования зарядных станций

## Задачи работы

- изучить теоретические аспекты работы веб-приложений, а также технологии их разработки;
- провести обзор практического опыта и выбор метода интеллектуального управления эксплуатацией ЭЗС;
- сформировать перечень учитываемых факторов при эксплуатации ЭЗС и электрокаров;
- адаптировать метод интеллектуального управления эксплуатацией ЭЗС к текущим условиям задачи;
- разработать пользовательский интерфейс и архитектуру для функционирования веб-приложения;
- осуществить программную реализацию выбранного метода интеллектуального управления эксплуатацией ЭЗС;
- предложить экономическое обоснование разработанного веб-приложения.

## Научная новизна

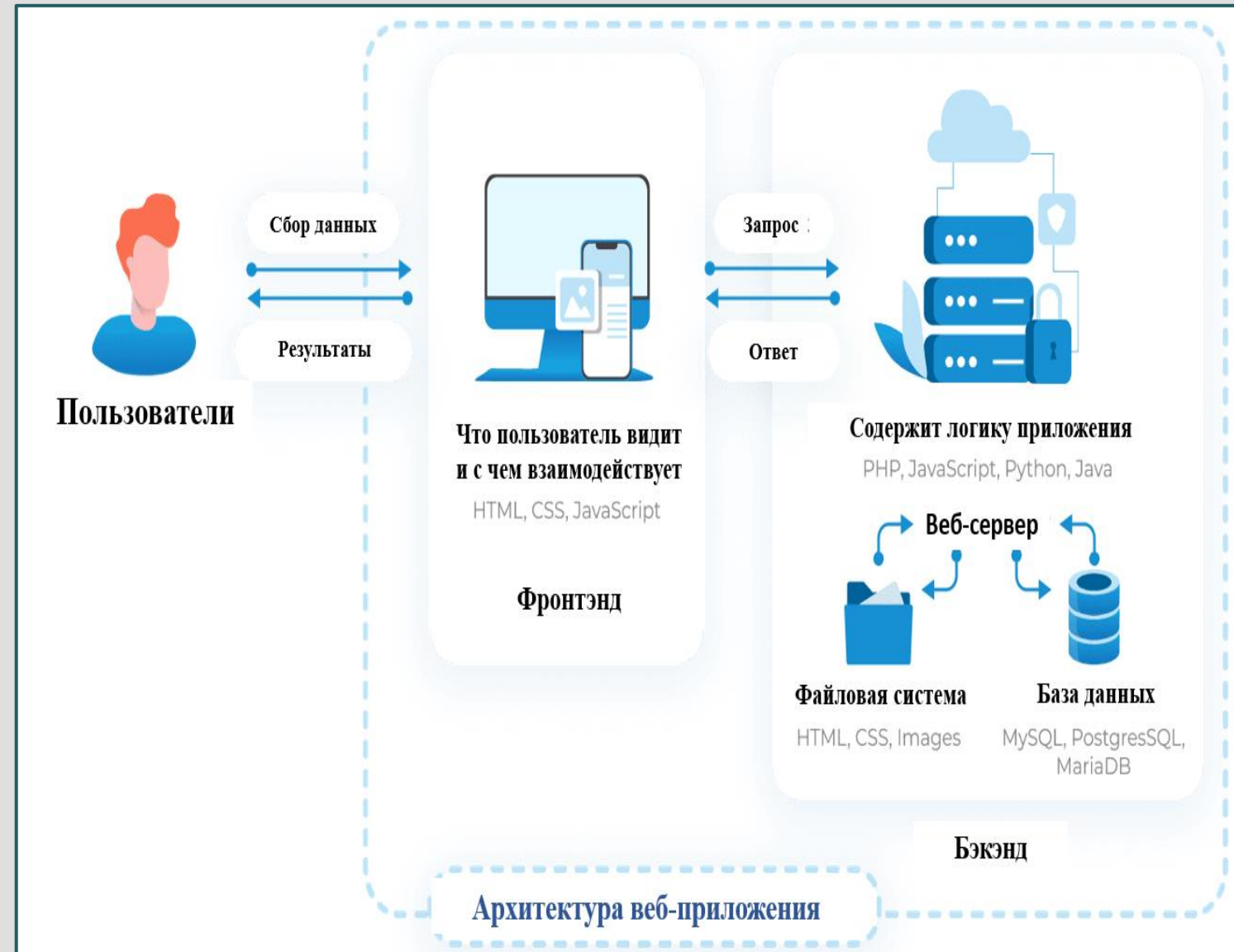
Математическая модель для построения оптимального маршрута для электромобиля с учётом его необходимости остановки на зарядных станциях на протяжении пути

## Актуальность

- рост в объёмах продаж на 11% по сравнению с предыдущим годом, а прогноз на 2023 с увеличением числа проданных электромобилей на 15% также подтверждает явную экспоненциальную природу тренда в распространении данной технологии;
- в Российской Федерации уже насчитывается около 1600 зарядных станций, что вызывает трудности в управлении ими традиционными инструментами учёта времени их использования пользователями.

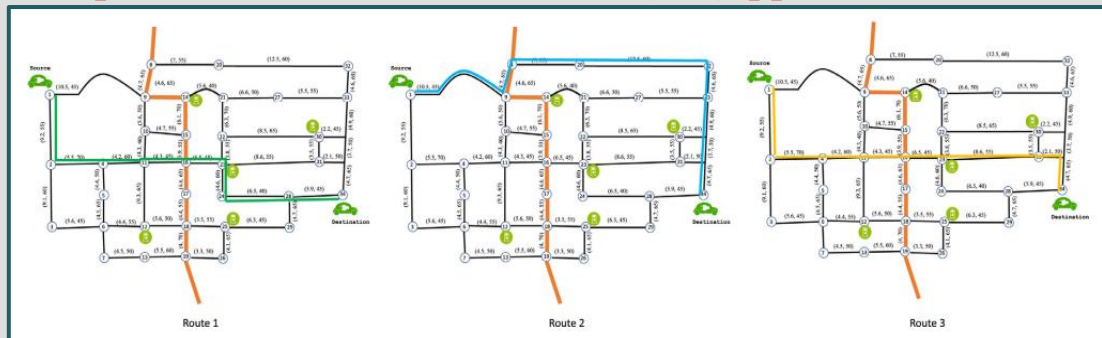
## Признаки интеллектуального сервиса

- Адаптивность;
- Контекстуальность;
- Проактивность.



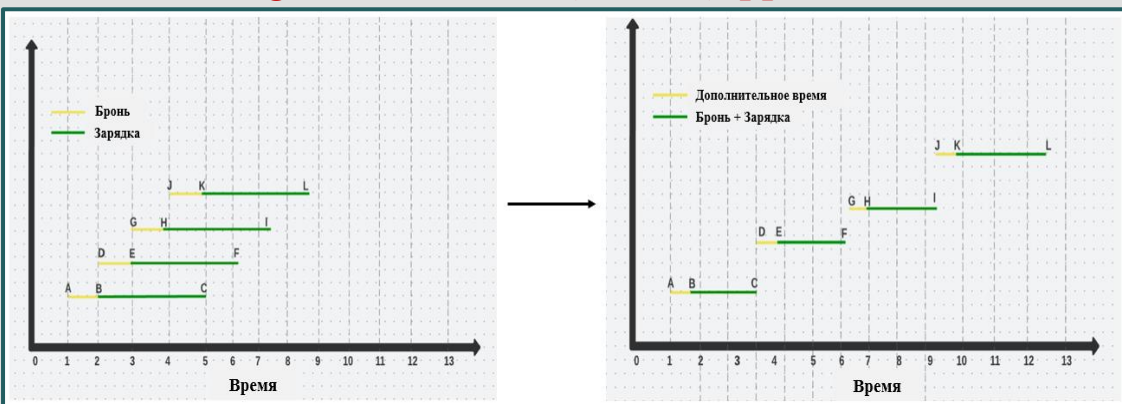
Структура веб-сервиса

1. Ashwani Kumar, Ravinder Kumar, Ashutosh Aggarwal (2022). A multi-objective route planning and charging slot reservation approach for electric vehicles considering state of traffic and charging station, Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences (34:5), pp. 2192-2206;



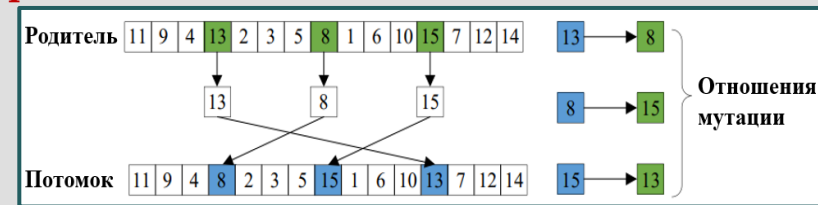
Построение маршрутов системой «S<sup>2</sup>RC»

3. Radu Flocea, Andrei Hîncu, Andrei Robu, Stelian Senocico, Andrei Traciu, Baltariu Marian Remus, Maria Simona Raboaca, Constantin Filote (2022). Electric Vehicle Smart Charging Reservation Algorithm, Sensors (22, 2834), pp. 1-16;



Сравнение алгоритмов резервации

2. Yong Wang, Jingxin Zhou, Yaoyao Sun, Jianxin Fan, Zheng Wang, Haizhong Wang (2023). Collaborative multidepot electric vehicle routing problem with timewindows and shared charging stations, Expert Systems with Applications (219), pp. 1-29;



Пример работы оператора мутации

4. Yisheng An, Yuxin Gao, Naiqi Wub, Jiawei Zhu, Hongzhang Li, Jinhui Yang (2023). Optimal scheduling of electric vehicle charging operations considering real-time traffic condition and travel distance, Expert Systems With Applications 213, pp. 1-18;

$$\hat{c}_{ij} = \begin{cases} t_{ij} + c_{ij}, & \text{если } x_{0,i}^j = 1 \\ \max(\hat{c}_{ij}, t_{ij}) + c_{ij}, & \text{если } x_{l,i}^j = 1 \end{cases}, \text{ где} \quad (1.4)$$

$\hat{c}_{ij}$  – полное время сессии зарядки на j-ого слота зарядной станции для i-ого электротранспортного средства, часы;  
 $t_{ij}$  – время необходимое для i-ого электротранспортного средства, чтобы достигнуть j-ого слота зарядной станции, часы;  
 $c_{ij}$  – время необходимое для полной зарядки i-ого электротранспортного средства на j-ом слоте зарядной станции, часы;  
 $\hat{c}_{ij}$  – время необходимое для уже заряжающегося l-ого электротранспортного средства для достижения полной зарядки аккумулятора на j-ого слота зарядной станции, часы;  
 $x_{0,i}^j$  – бинарная переменная условия достижения i-ого электротранспортного средства j-ого слота зарядной станции первым;  
 $x_{l,i}^j$  – бинарная переменная условия достижения l-ого по счёту электротранспортного средства j-ого слота зарядной станции первым перед i-ым электротранспортным средством.

Финальный уровень декомпозиции  
математической модели метода

# Формирование перечня характеристик ЭЗС

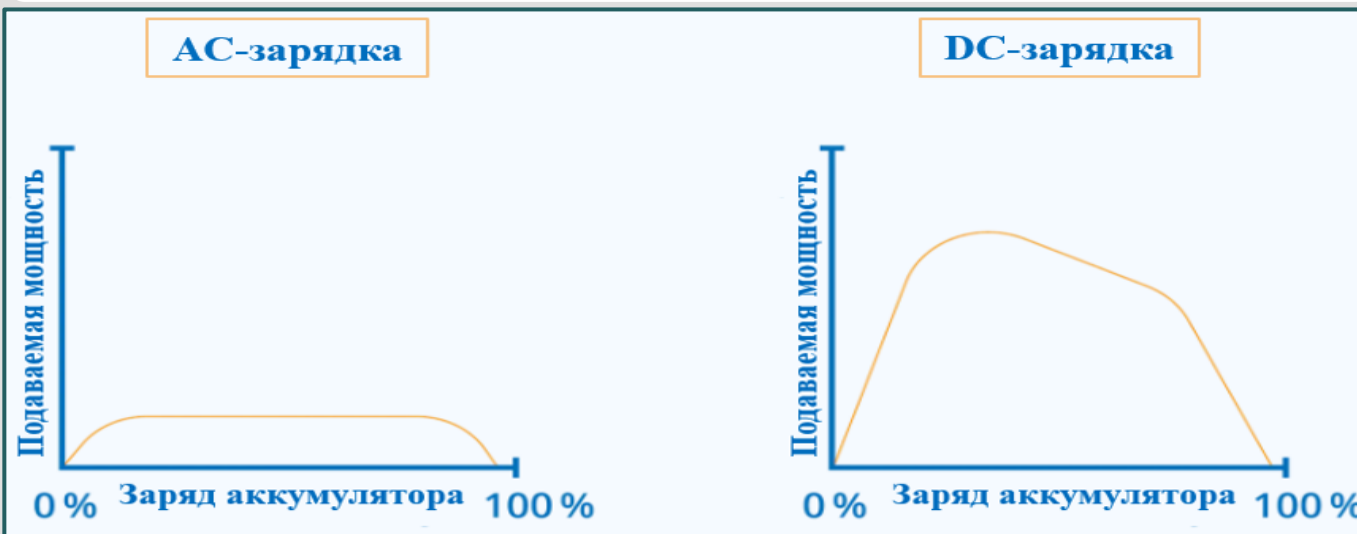
## 1. тип коннектора, {Type2, CHAdeMO, ...}

	Япония	Европа	США	Китай	Tesla
<b>AC</b> (переменный ток)	 Type 1	 Type 2	 Type 1	 GB/T	
<b>DC</b> (постоянный ток)	 CHAdeMO	 CCS2	 CCS1	 GB/T	 Tesla

Разъёмы автомобилей, встречающихся в России



## 2. тип электрического тока, {AC, DC}



Кривые зарядки при разных типах электрического тока

## 3. максимальная выходная мощность, кВт

$$P = U * I, \text{ где} \quad (2.1)$$

$P$  – мощность тока, Вт;

$U$  – электрическое напряжение на участке цепи, В;

$I$  – сила тока, А.

$$t = E / P, \text{ где} \quad (2.2)$$

$t$  – продолжительность зарядки, ч;

$E$  – объём полученной электроэнергии аккумулятором, кВт-ч;

$P$  – мощность тока, кВт.

## 4. число выходных кабелей, шт.;

## 5. стоимость потребления 1 кВт, руб.



# Формирование перечня внутренних и внешних факторов влияния эксплуатации электрокаров

## ВНУТРЕННИЕ

1. тип разъёма гнезда для зарядки, {Type1, CHAdeMO, ...}

2. расход электроэнергии на 100 км пробега, кВт-ч/км

$$Q = (E * 100) / S, \text{ где} \quad (2.3)$$

$Q$  – расход электроэнергии на 100 км пробега, кВт-ч/км;

$E$  – объём затрачиваемой электроэнергии для  $S$ , кВт-ч;

$S$  – преодолеваемое расстояние, км.

3. текущий уровень заряда аккумулятора, кВт-ч;

$$d = (C * 100) / Q, \text{ где} \quad (2.4)$$

$d$  – предельное преодолемое расстояние, км;

$C$  – текущий уровень зарядки аккумулятора, кВт-ч;

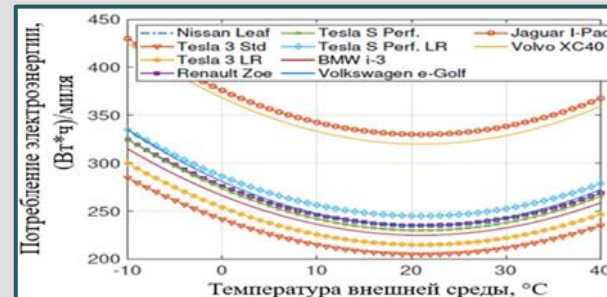
$Q$  – расход электроэнергии на 100 км пробега, кВт-ч/км;

4. ёмкость аккумулятора, кВт-ч.

## ВНЕШНИЕ

1. дорожно-транспортная обстановка

2. метеорологические условия



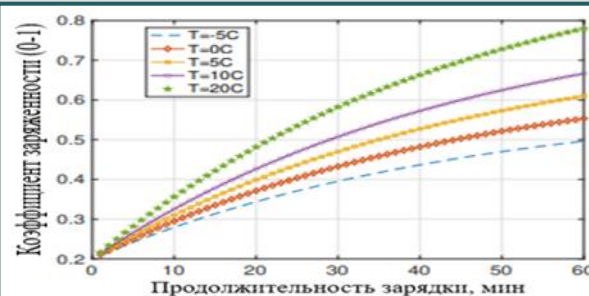
$$Q_m = 5.6 * 10^{-4} Q_{opt} (T^2 - 40T + 2200), \text{ где} \quad (2.5)$$

$Q_m$  – потребление электроэнергии на 100 км, кВт-ч/км;

$Q_{opt}$  – оптимальное потребление электроэнергии на 100 км, указанное в технических характеристиках электрокара (при  $T = 20^\circ\text{C}$ ), кВт-ч/км;

$T$  – температура окружающей среды, °C;

*Зависимость расхода электроэнергии и температуры окружающей среды*



$$\begin{cases} t = 0.76 \log \left( \frac{1100 \frac{C}{C_{max}} - 17T + 750}{17T + 339} \right) & T < 20 \\ t = 0.76 \log \left( 100 \left( 1 - \frac{C}{C_{max}} \right) \right) & T \geq 20 \end{cases} \quad (2.6.2)$$

\*при  $\lim_{t \rightarrow \infty} (CH(t)) = 1$   
 $CH(t)$  – коэффициент зарядности, набранный за время  $t$  сессии зарядки;  
 $t$  – продолжительность сессии зарядки, мин;  
 $T$  – температура окружающей среды, °C;  
 $C$  – уровень зарядки аккумулятора электрокара перед процедурой зарядки, кВт-ч;  
 $C_{max}$  – предельная ёмкость аккумулятора, установленная техническими характеристиками электрокара, кВт-ч;

*Зависимость продолжительности сессии зарядки и погодных условий*

3. стиль вождения владельца (дополнительно).

# Адаптация метода интеллектуального управления эксплуатацией ЭЗС к специфике текущей цели

## Общий вид

$$Z = Z_s + Z_w + Z_{ch}, \text{ где} \quad (2.7)$$

$Z$  – совокупная стоимость цикла поездки, руб.;

$Z_s$  – стоимость поездок от начальной точки/текущей зарядной станции до конечной точки/следующей подходящей зарядной станции, руб.;

$Z_w$  – стоимостное выражение потерянного времени при ожидании доступности подходящей зарядной станции, руб.;

$Z_{ch}$  – стоимость процедуры зарядки для электромобиля, руб.



## Декомпозиция

$$Z = \sum_i^{i \in [1;N]} \sum_j^{j \in [1;N]} x_{i,j} \left( \frac{Qr}{100} (S_{i,j} + V t_{i,j}^{dist}) + \right. \\ \left. + \sum_m^{m \in [1;M]} x_{j,m} \left( \frac{QrV}{100} (t_{j,m}^{wait} + t_{j,m}^{charge}) + r_{j,m} (C_{max} - C_j) \right) \right), \quad (2.7.1)$$

где

$x_{i,j}$  – бинарная переменная выбора поездки из вершины  $i$  в  $j$ ,  $\{0, 1\}$ ;

$N$  – общее число вершин в построенном ориентированном графе;

$Q$  – расход электроэнергии на 100 км пробега, кВт-ч/км;

$r = 15$  – средний тариф за потребление 1 кВт-ч на зарядных станциях в мегаполисе, руб.;

$S_{i,j}$  – длина ребра с вершинами  $i, j$  (части маршрута), км;

$V = 45$  – средняя скорость движения легкового транспортного средства в мегаполисе, км/ч;

$t_{i,j}^{dist}$  – время, затрачиваемое электрокаром для прохождения ребра с вершинами  $i, j$  (части маршрута), ч;

$x_{j,m}$  – бинарная переменная выбора слота  $m$  зарядной станции в вершине  $j$ ,  $\{0, 1\}$ ;

$M$  – общее число подходящих слотов ЭЗС;

$t_{j,m}^{wait}$  – время, затрачиваемое водителем на ожидание доступности слота  $m$  зарядной станции в вершине  $j$ , ч;

$t_{j,m}^{charge}$  – время, затрачиваемое водителем на потребление электроэнергии на слоте  $m$  зарядной станции в вершине  $j$ , ч;

$r_{j,m}$  – тариф за потребление 1 кВт-ч, установленный для слота  $m$  зарядной станции в вершине  $j$ , руб.;

$C_{max}$  – предельная ёмкость аккумулятора, установленная техническими характеристиками электрокара, кВт-ч;

$C_j$  – уровень зарядки аккумулятора электрокара перед процедурой зарядки на зарядной станции в вершине  $j$ , кВт-ч;

# Адаптация метода интеллектуального управления эксплуатацией ЭЗС к специфике текущей цели

## Целевая функция

$$\left\{ \begin{array}{l} Z = \sum_i^{i \in [1:N]} \sum_j^{j \in [1:N]} x_{i,j} \left( \frac{5.6 \cdot 10^{-4} Q_{opt} (T^2 - 40T + 2200) r}{100} (S_{i,j} + \right. \\ \left. + V t_{i,j}^{dist}) + \sum_m^{m \in [1:M]} x_{j,m} \left( \frac{5.6 \cdot 10^{-4} Q_{opt} (T^2 - 40T + 2200) r V}{100} (t_{j,m}^{wait} + \right. \right. \\ \left. \left. + 0.76 \log \left( \frac{1100 \frac{C}{C_{max}} - 17T + 750}{17T + 339} \right) \right) + r_{j,m} (C_{max} - C_j) \right) \\ T < 20 \\ Z = \sum_i^{i \in [1:N]} \sum_j^{j \in [1:N]} x_{i,j} \left( \frac{5.6 \cdot 10^{-4} Q_{opt} (T^2 - 40T + 2200) r}{100} (S_{i,j} + \right. \\ \left. + V t_{i,j}^{dist}) + \sum_m^{m \in [1:M]} x_{j,m} \left( \frac{5.6 \cdot 10^{-4} Q_{opt} (T^2 - 40T + 2200) r V}{100} (t_{j,m}^{wait} + \right. \right. \\ \left. \left. + 0.76 \log \left( 100 \left( 1 - \frac{C}{C_{max}} \right) \right) \right) + r_{j,m} (C_{max} - C_j) \right) \\ T \geq 20 \end{array} \right. \quad , \text{ где} \quad (2.7.2)$$

$Q_{opt}$  – оптимальный расход электроэнергии на пробег 100 км, указанный в технических характеристиках электрокара, кВт-ч/км;  
 $T$  – текущая температура окружающего воздуха, °C.

## Математическая модель

$$\left\{ \begin{array}{l} Z = \sum_i^{i \in [1:N]} \sum_j^{j \in [1:N]} x_{i,j} \left( \frac{5.6 \cdot 10^{-4} Q_{opt} (T^2 - 40T + 2200) r}{100} (S_{i,j} + \right. \\ \left. + V t_{i,j}^{dist}) + \sum_m^{m \in [1:M]} x_{j,m} \left( \frac{5.6 \cdot 10^{-4} Q_{opt} (T^2 - 40T + 2200) r V}{100} (t_{j,m}^{wait} + \right. \right. \\ \left. \left. + 0.76 \log \left( \frac{1100 \frac{C}{C_{max}} - 17T + 750}{17T + 339} \right) \right) + r_{j,m} (C_{max} - C_j) \right) \\ T < 20 \\ i \neq j \\ i \neq N \\ j \neq 1 \\ C_i \geq S_{i,j} \frac{5.6 \cdot 10^{-4} Q_{opt} (T^2 - 40T + 2200)}{100} \\ Z = \sum_i^{i \in [1:N]} \sum_j^{j \in [1:N]} x_{i,j} \left( \frac{5.6 \cdot 10^{-4} Q_{opt} (T^2 - 40T + 2200) r}{100} (S_{i,j} + \right. \\ \left. + V t_{i,j}^{dist}) + \sum_m^{m \in [1:M]} x_{j,m} \left( \frac{5.6 \cdot 10^{-4} Q_{opt} (T^2 - 40T + 2200) r V}{100} (t_{j,m}^{wait} + \right. \right. \\ \left. \left. + 0.76 \log \left( 100 \left( 1 - \frac{C}{C_{max}} \right) \right) \right) + r_{j,m} (C_{max} - C_j) \right) \\ T \geq 20 \\ i \neq j \\ i \neq N \\ j \neq 1 \\ C_i \geq S_{i,j} \frac{5.6 \cdot 10^{-4} Q_{opt} (T^2 - 40T + 2200)}{100} \end{array} \right. \quad , \text{ где} \quad (2.8)$$

$C_i$  – уровень зарядки аккумулятора электрокара перед процедурой зарядки на зарядной станции в вершине  $i$ , кВт-ч.



# Адаптация метода интеллектуального управления эксплуатацией ЭЗС к специфике текущей цели

## Реализация основных аспектов предлагаемого метода

№	Аспект метода	Реализация
1	Интерфейс пользователя	WEB-страница
2	Целевая функция	(2.7.2)
3	Математическая модель	(2.8)
4	Построение маршрута	Алгоритм Дейкстры или эволюционные алгоритмы
5	Добавление, хранение и редактирование данных о ЭЗС	Реляционная база данных
6	Добавление, хранение и редактирование расписания броней ЭЗС	Нереляционная база данных
7	Построение субоптимальных маршрутов по требованию	Поочерёдное исключение ЭЗС из сети в порядке возрастания числа доступных альтернатив для брони



# Программная реализация выбранного метода интеллектуального управления эксплуатацией ЭЗС

## PHP

```
$routes->add('weather', new
Routing\Route('/weather', ['_controller' =>
function ($request) {...}]));
```

```
$routes->add('stations', new
Routing\Route('/stations', ['_controller' =>
function ($request) {...}]));
```

id	address	lat	lon	price	company	plug	power	plug_type	status
116	Московская обл., сельское поселение Борис...	55.463881	35.828770	25.00	Энергоце...	chademo	60	dc	1
117	Московская обл., сельское поселение Борис...	55.463881	35.828770	25.00	Энергоце...	gtbdc	120	dc	1
118	г. Руза, ул. Федеративная, д. 43	55.709459	36.204792	25.00	Энергоце...	ccscombo2	120	dc	1
119	г. Руза, ул. Федеративная, д. 43	55.709459	36.204792	25.00	Энергоце...	chademo	60	dc	1
120	г. Руза, ул. Федеративная, д. 43	55.709459	36.204792	25.00	Энергоце...	gtbdc	120	dc	1
121	Московская обл., рабочий посёлок Шаховск...	56.037322	35.485816	25.00	Энергоце...	ccscombo2	120	dc	1
122	Московская обл., рабочий посёлок Шаховск...	56.037322	35.485816	25.00	Энергоце...	chademo	60	dc	1
123	Московская обл., рабочий посёлок Шаховск...	56.037322	35.485816	25.00	Энергоце...	gtbdc	120	dc	1
124	г. Волокаламск, Рижское шоссе, 4Б	56.023978	35.956857	25.00	Энергоце...	ccscombo2	120	dc	1
125	г. Волокаламск, Рижское шоссе, 4Б	56.023978	35.956857	25.00	Энергоце...	chademo	60	dc	1
126	г. Волокаламск, Рижское шоссе, 4Б	56.023978	35.956857	25.00	Энергоце...	gtbdc	120	dc	1
127	Московская обл., осёлок Новолотошино, Тве...	56.250412	35.647028	25.00	Энергоце...	ccscombo2	120	dc	1
128	Московская обл., осёлок Новолотошино, Тве...	56.250412	35.647028	25.00	Энергоце...	chademo	60	dc	1
129	Московская обл., осёлок Новолотошино, Тве...	56.250412	35.647028	25.00	Энергоце...	gtbdc	120	dc	1
130	Московская обл., городской округ Истра	55.853989	36.781560	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	0
131	Московская обл., городской округ Клин, М-1...	56.411982	36.556707	25.00	Энергоце...	saej1772	7	ac	1
132	Московская обл., городской округ Клин, М-1...	56.411982	36.556707	25.00	Энергоце...	type2	22	ac	1
133	Московская обл., городской округ Клин, М-1...	56.411982	36.556707	25.00	Энергоце...	chademo	60	dc	1
134	Московская обл., городской округ Клин, М-1...	56.411982	36.556707	25.00	Энергоце...	ccscombo2	60	dc	1
135	Московская обл., городской округ Клин, М-1...	56.412236	36.557550	25.00	Энергоце...	saej1772	7	ac	1

```
$routes->add('schedule', new
Routing\Route('/schedule', ['_controller' =>
function ($request) {...}]));
```

## Python

```
# алгоритм Дейкстры
```

```
class Dijkstra:
```

```
    def __init__(self, jsc, params):...
```

```
    # получение матрицы смежности из json-документа
```

```
    def matrix(self):...
```

```
    # реализация алгоритма Дейкстры
```

```
    def solve(self, parameter):...
```

```
# генетические алгоритмы
```

```
class Genetic(Dijkstra):
```

```
    def __init__(self, jsc, params):
```

```
        super().__init__(jsc, params)
```

```
    # получение матрицы смежности из json-документа
```

```
    def matrix(self):
```

```
        return super().matrix()
```

```
    # реализация генетических алгоритмов
```

```
    def solve(self, parameter):...
```

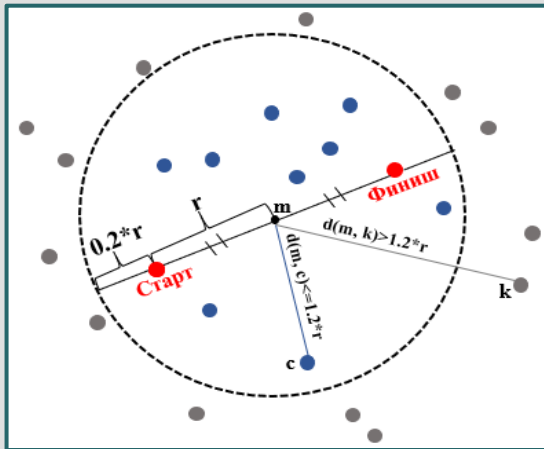
# Программная реализация выбранного метода интеллектуального управления эксплуатацией ЭЗС

```
def matrix(self):
```

1. фильтрация нерабочих зарядных станций в полученном массиве подходящих слотов ЭЗС для уменьшения размера выборки:

```
nodes = [obj for obj in self.stations  
          if obj['plug_type'] != None]
```

2. фильтрация слотов ЭЗС, не входящих в область построения маршрута, с помощью специального подхода с евклидовыми расстояниями:

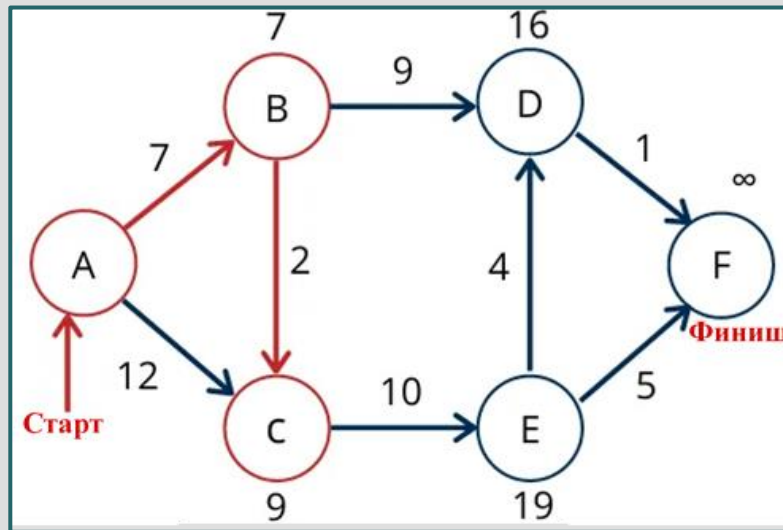


3. результат в виде ассоциативного массива:

```
{"0": {"72": 1255.51, "80": 895.62},  
 "72": {"80": 1028.07, "81": 746.54},  
 "76": {"72": 1124.84, "80": 1002.21, "81": 742.52},  
 "80": {"76": 1232.92, "81": 683.4}}
```

```
# алгоритм Дейкстры
```

```
def solve(self, parameter):
```



```
# генетические алгоритмы
```

```
def solve(self, parameter):
```

1-й вариант:

Мутация

2-й вариант:

Кроссовер

3-й вариант:

Мутация

+

Кроссовер

4-й вариант:

Кроссовер

+

Мутация

Мутация:

Инверсия случайного гена в хромосоме

0	1	2	3	4	...	N
0	1	2	3	4	...	N
1	0	1	0	1	0	1

0

1

Кроссовер:

Родитель 1

0	1	2	3	4	...	N
0	1	2	3	4	...	N
1	1	1	0	0	0	1

+

Родитель 2

0	1	2	3	4	...	N
0	1	2	3	4	...	N
1	0	1	0	1	0	1

=

Потомок

0	1	2	3	4	...	N
0	1	2	3	4	...	N
1	1	2	0	1	0	1

rand(1;0)

\*ограничительные параметры:

```
success_rate = 10  
rep_rate = 100000
```



# Программная реализация выбранного метода интеллектуального управления эксплуатацией ЭЗС

## Результаты сравнительного анализа


Метрика	Число вершин, шт.	Число итераций, шт.	Алгоритм Дейкстры	Генетические алгоритмы
Средняя продолжительность выполнения, сек.	20	5	0.0001	1.382111
	15		9.8e-05	1.225703
	10		4.8e-05	1.095966
	5		0.0...	0.908882
Средняя условная стоимость маршрута, руб.	20		1067.08	1067.08
	15		1067.08	1067.08
	10		1067.08	1067.08
	5		2282.67	2282.67

```
# решение задачи
tasks = Dijkstra(jsc, params)
login = ''.join(random.choice(string.ascii_uppercase +
                             string.digits) for _ in range(8))
solution = {login: tasks.solve('path')}
```

```
# формирование массива оптимального пути
res['path'][0] = '|-->'
res['path'][-1] = '-->|'
if res['path'] == ['-->|']:
    error = 5 / 0
    return res[parameter]
except:
    res = {'path': 'impossible',
          'cost': 'impossible'}
    return res[parameter]
```

→ {'MVR1CVNM': ['|-->', '164', '-->|']}

*\*Пользовательский интерфейс разработан с помощью JavaScript*



Санкт-Петербург

Сведения

Маршрутизация и бронирование

Бронирование электростанции

Характеристики электростанции

Тип штекера:

T2CHADEMO

Тип электрического тока:

☐ AC (переменный ток)☒ DC (постоянный ток)

Диапазон мощности (кВт):

1077

Диапазон цены за потребление 1 кВт (руб.):

082

Технические параметры электрокара

Текущий уровень заряда аккумулятора:10кВт-ч

Заявленная ёмкость аккумулятора:75кВт-ч


Заявленный расход электроэнергии на 100 км:20кВт-ч/км

Погодные условия

Усреднённая температура в течение дня:14°C

\*Расход электроэнергии и продолжительность зарядки электрокара будут пересчитаны с учётом текущих погодных условий

## Вкладка «Маршрутизация и бронирование ЭЗС»



Санкт-Петербург

Сведения

Маршрутизация и бронирование

Бронирование электростанции

Выбор маршрута

Выборское шоссе

Приозерск

Сбросить маршрут

начальная точка маршрута

конечная точка маршрута

доступная ЭЗС

недоступная ЭЗС

Открыть маршрут

Создать свою карту

№6

Адрес: Ленинградская обл., пос. Огоньки, А-181


Компания: Ленэнерго

Тип тока: DC (Постоянный ток)

Мощность: 20 кВт

CHADEMO

21.00 руб. за 1 кВт



Санкт-Петербург

Бронирование электростанции

Адрес или объект

Найти

№10

Адрес: г. Сертолово, ул. Ветеранов, д. 9

Компания: Ленэнерго

Тип тока: DC (Постоянный ток)

Мощность: 20 кВт

CHADEMO

18.00 руб. за 1 кВт

Зарядный слот №10

10.05.2023	10.05.2023	10.05.2023
20:40-21:00	21:00-21:20	21:20-21:40
21:40-22:00	22:00-22:20	22:20-22:40
22:40-23:00	23:00-23:20	23:20-23:40
23:40-00:00	00:00-00:20	00:20-00:40
00:40-01:00	01:00-01:20	01:20-01:40
01:40-02:00	02:00-02:20	02:20-02:40
02:40-03:00	03:00-03:20	03:20-03:40
03:40-04:00	04:00-04:20	04:20-04:40
04:40-05:00	05:00-05:20	05:20-05:40
05:40-06:00	06:00-06:20	06:20-06:40
11.05.2023	11.05.2023	11.05.2023

Бронь

Другой маршрут

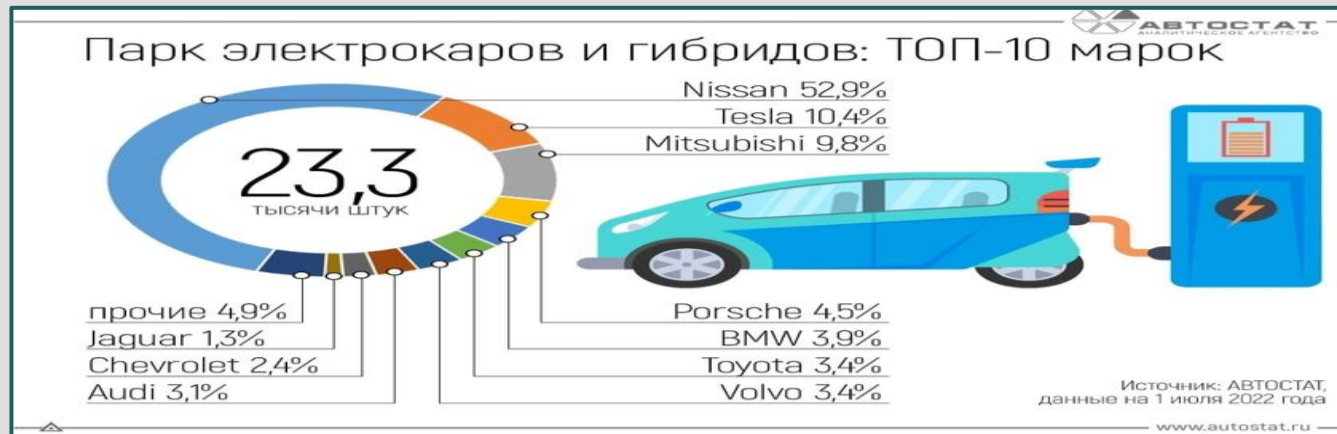
# Экономическое обоснование разработанного веб-приложения

## Тарифная сетка доступа к API "Яндекс.Карты"

Лимит запросов в сутки, шт.	Стоимость в год, руб.	Стоимость тысячи запросов сверх лимита, руб.
1000	120000	240
10000	360000	120
25000	680000	90
50000	1000000	90
100000	1200000	90

## Тарифная сетка доступа к API "Яндекс.Погода"

Тариф	Стоимость	Лимит запросов	Прогноз
«Погода на вашем сайте»	Не тарифицируется	50 в сутки	Текущая погода и 2 последующих периода
«Тестовый»	Не тарифицируется 30 дней	5000 в сутки	7 дней
«Коммерческий»	От 30 000 Р в месяц	От 1 500 000 в месяц	До 10 дней
«Коммерческий расширенный»	От 60 000 Р в месяц	От 1 500 000 в месяц	Без ограничений

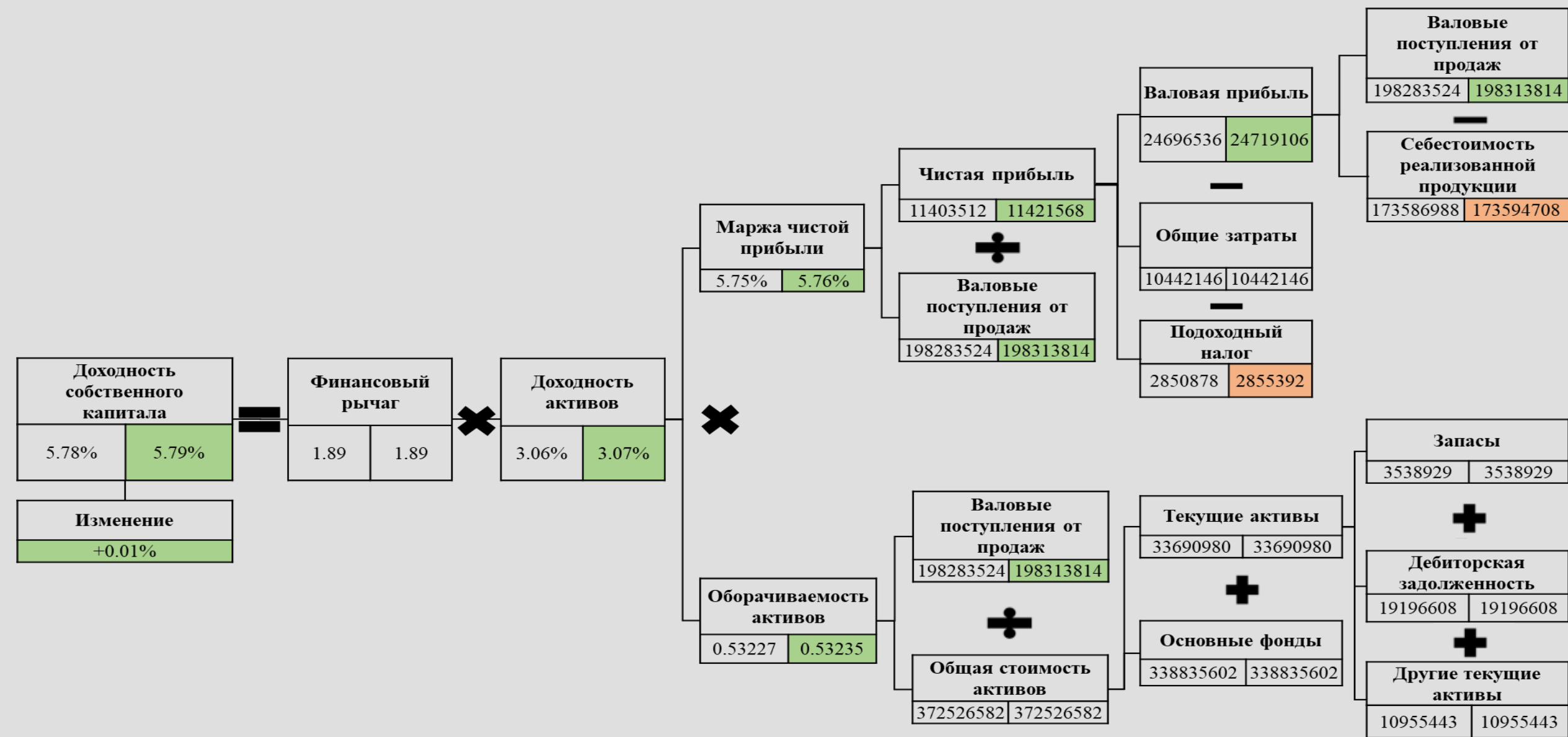


Статистика распространённости электромобилей в России

## Фрагмент бизнес-плана внедрения веб-сервиса

№	Объект моделирования	Период	Значение	Порядок вычисления
1	Доступ к API "Яндекс.Карты", руб.	1 год	360000	[51]
2	Доступ к API "Яндекс.Погода", руб.	1 месяц	30000	[53]
2.1	Доступ к API "Яндекс.Погода", руб.	1 год	360000	№1 * 12
3.2	Число владельцев электромобилей в стране, чел.	1 месяц	23300	[52]
3.3	Прогноз привлечённого числа пользователей, чел.	1 месяц	11650	№3.2 / 2 (прогноз)
3.4	Прогноз привлечённого числа пользователей, чел.	1 год	11650	№3.3
4.1	Частота обращений к веб-сервису одного пользователя, шт.	1 неделя	1	прогноз
4.2	Частота обращений к веб-сервису одного пользователя, шт.	1 год	52	№4.1 * 52
5	Совокупное число обращений привлечённых пользователей	1 год	605800	№3.4 * №4.2
6	Средняя стоимость потребления 1 кВт-ч, руб.	-	15	[31]
7	Средняя ёмкость аккумулятора электромобиля, кВт-ч	-	40	[54]
8	Средняя стоимость полной зарядки аккумулятора, руб.	-	600	№6 * №7
9	Тариф стоимости регистрации брони от средней стоимости полной зарядки аккумулятора, %	-	8.3	прогноз
10	Стоимости регистрации брони, руб.	-	50	№8 * №9
11	Стоимость внедрения веб-сервиса, руб.	1 год	7000000	бюджет проекта по внутренней документации
12	Предполагаемые расходы, руб.	1 год	7720000	№1 + №2.1 + №11
13	Предполагаемые доходы, руб.	1 год	30290000	№5 * №10

# Экономическое обоснование разработанного веб-приложения



Модель стратегической прибыли «DuPont» (в тыс. руб.)



№ задачи	Статус
1	изучены теоретические аспекты работы веб-приложений, а также технологии их разработки
2	проведены обзор практического опыта и выбор метода интеллектуального управления эксплуатацией ЭЗС
3	сформирован перечень учитываемых факторов при эксплуатации ЭЗС и электрокаров
4	адаптирован метод интеллектуального управления эксплуатацией ЭЗС к текущим условиям задачи
5	разработаны пользовательский интерфейс и архитектура для функционирования веб-приложения
6	осуществлена программная реализация выбранного метода интеллектуального управления эксплуатацией ЭЗС
7	предложено экономическое обоснование разработанного веб-приложения



# Разработка интеллектуального сервиса по бронированию электронных зарядных станций