



8. Цветов В.П., Двойственные упорядоченные структуры бинарных отношений // Сборник трудов IV международной конференции ИТНТ-2018, 24–27 апреля 2018 г., г. Самара, Россия,– С. 2635–2644.

П.Н. Чернов<sup>1</sup>, Л.С. Зеленко<sup>1</sup>, П.В. Трешников<sup>2</sup>

## ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ТЕХНОДОК. ПОДСИСТЕМА РАСЧЕТА БАЛАНСА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ЖИГУЛЕВСКОЙ ГЭС

(<sup>1</sup> Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королёва

<sup>2</sup> ООО Научно-внедренческая фирма «Сенсоры. Модули. Системы»)

В настоящее время на Жигулевской гидроэлектростанции (ГЭС) Самарской области осуществляется модернизация автоматизированной информационно-измерительной системы коммерческого учета электроэнергии (АИИСКУЭ ТУЭ) на базе программного комплекса (ПК) «ТехноДок». На момент начала ее работы не существовало стандартного средства для автоматического просмотра/редактирования/удаления данных по электроэнергии в виде групп точек учета, формирования, расчета и контроля балансов электроэнергии по группам балансов, импорта данных по электроэнергии и экспорта данных в XML, то есть не было полного и грамотного учета электроэнергии.

В связи с этим появилась необходимость разработки подсистемы расчета баланса электроэнергии (на базе ПК «ТехноДок»), которая позволила бы вычислять баланс электроэнергии с заданными интервалами времени и формировать различные отчеты о составлении баланса. С помощью этих данные можно своевременно выявить неисправный элемент измерительно-информационного комплекса учета электроэнергии и произвести его замену.

Программный комплекс «ТехноДок» реализован в виде web-приложения на базе трехзвенной архитектуры «клиент-сервер приложений-база данных» с использованием REST (Representational state transfer) архитектуры. Его структурная схема приведена на рисунке 1.

В состав комплекса вошла подсистема расчета баланса электроэнергии, ее структурная схема приведена на рисунке 2. Опишем назначение входящих в нее подсистем:

- подсистема работы с БД Piramida2000 служит для значения активной, реактивной электроэнергии на прием и отдачу, а также переключений выключателей обходных по точкам учета;
- подсистема отображения параметров служит для отображения значений параметров в зависимости от их типа в отчете и отображения краткой справочной информации о параметре;
- подсистема учета состояния обходных выключателей служит для ежегодного формирования «Ведомость ВО» и обновления отчета, если в БД Piramida2000 появились новые данные о выключателях;

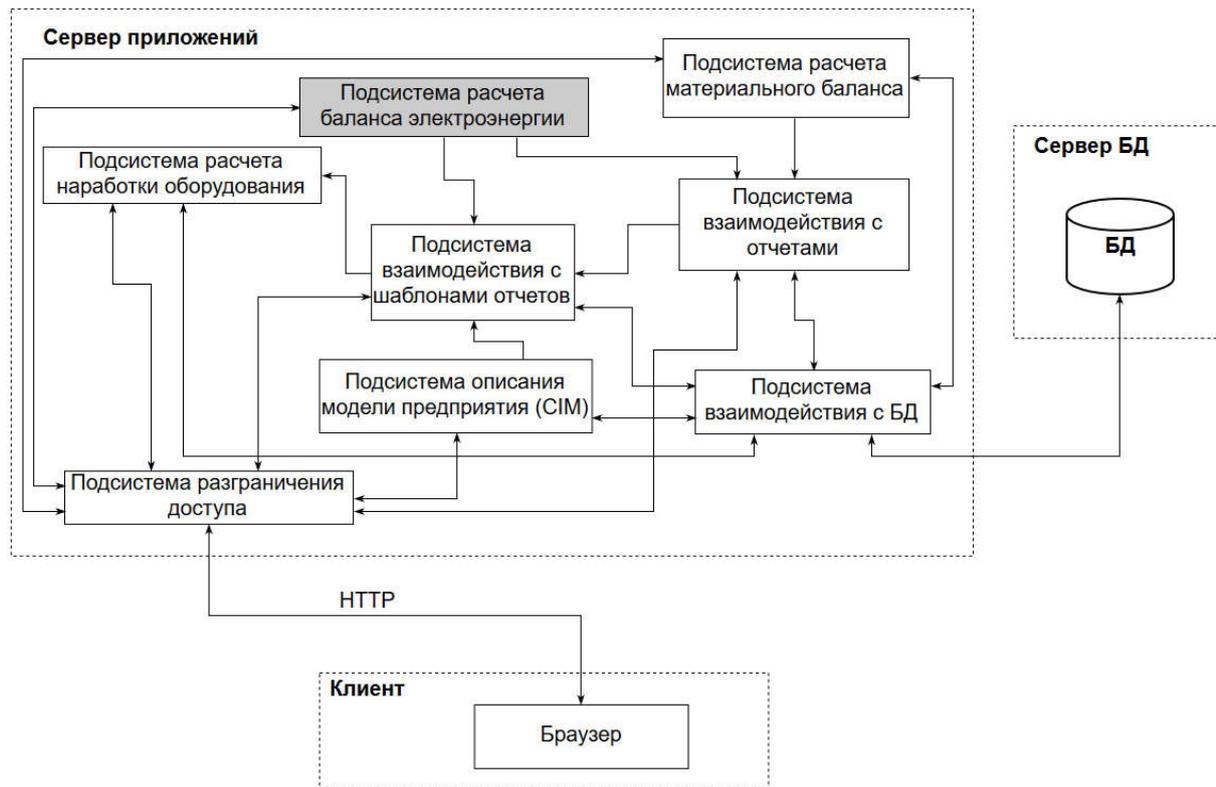


Рисунок 1 – Структурная схема программного комплекса «ТехноДок»

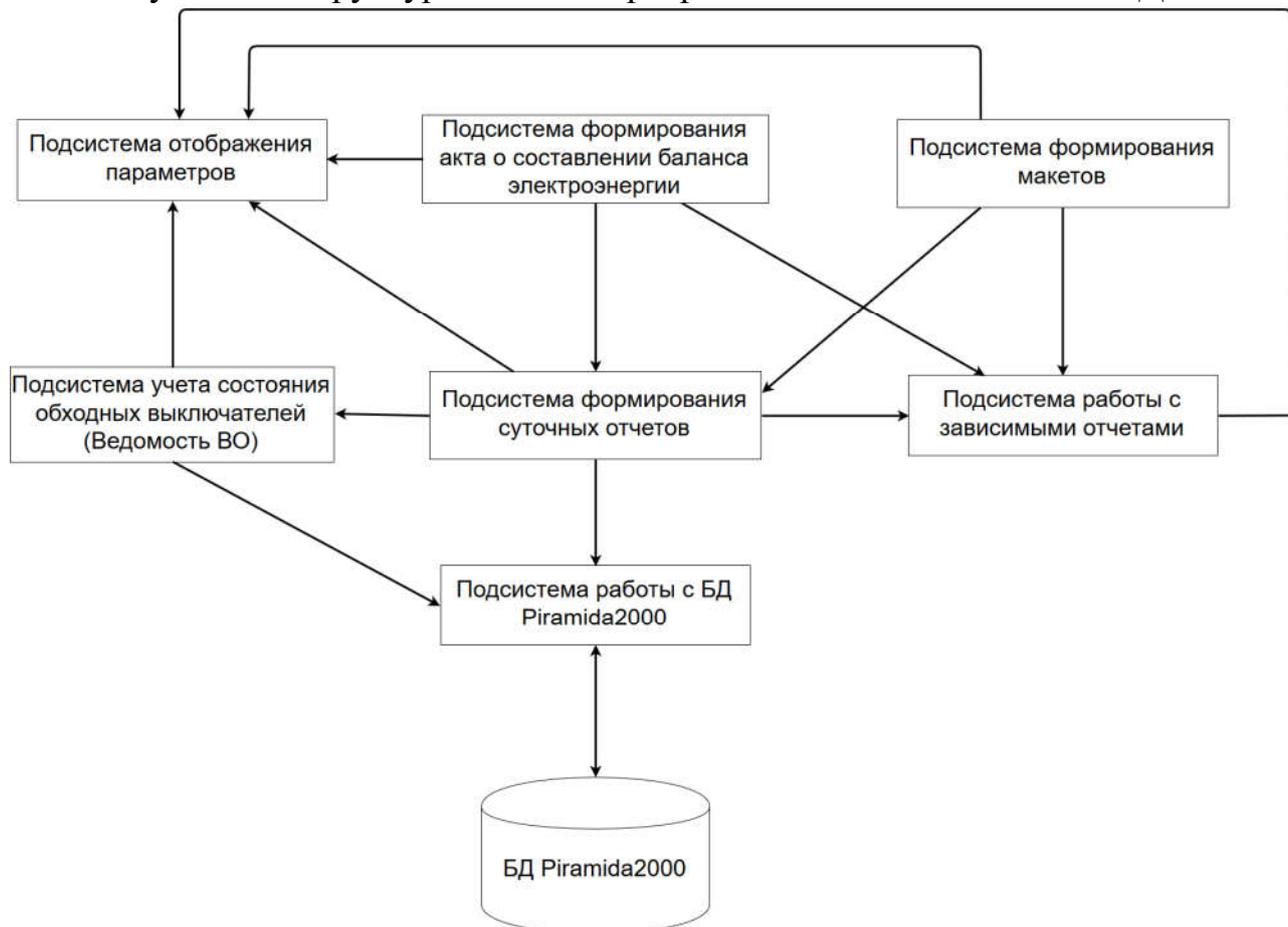


Рисунок 2 – Структурная схема подсистемы расчета баланса электроэнергии



– подсистема формирования суточных отчетов служит для формирования и обновления по расписанию и событию отчетов с учетом состояния выходных выключателей;

– подсистема формирования макетов служит для формирования макетов 80030, 80020, 51070 на основе данных, находящихся в суточных отчетах;

– подсистема работы с зависимыми отчетами служит для загрузки значений параметров уже сформированного отчета и передачи их в другой отчет;

– подсистема формирования акта о составлении баланса электроэнергии служит для формирования документа по общему балансу электроэнергии ГЭС.

С помощью подсистемы должны формироваться следующие отчеты:

– Отчет «Ведомости выключателей обходных (ВО)» должен формироваться ежегодно и определять присоединения на время работы выключателя.

– Суточные отчеты по трансформаторным группам (ТГ), группам открытого распределительного устройства (ОРУ) и ВО должны рассчитывать баланс электроэнергии ежедневно на каждые 30 минут, формироваться после отчетов по группе ВО и учитывать их состояние.

– Отчеты по потокам федеральной и межрегиональной распределительной сетевых компаний должны формироваться ежедневно каждый час.

– Суточный отчет по балансам электроэнергии по ГЭС должен формироваться после формирования отчетов по трансформаторным группам и группам открытых распределенных устройств, а также при изменении этих отчетов.

Также пользователь должен иметь возможность сформировать акт о составлении баланса электроэнергии за промежуток времени и иметь возможность формировать макеты 80020, 80030, 51070.

Все отчеты, формируемые в разрабатываемой подсистеме, являются взаимосвязанными и зависимыми, то есть параметры одного отчета формируются на основании значений параметров другого отчета, на рисунке 3 приведена диаграмма связанности данных в отчетах.

Сотрудник ГЭС может работать не только с отчетами, но и с конструктором отчетов. Он может создать, удалить, переформировать отчет, изменить содержимое отчета, а также отправить отчет по почте, экспортировать его в файл форматов *xlsx*, *docx*, *pdf*, *html*, *xml*, *txt*, *csv*. При работе с конструктором отчетов сотрудник ГЭС может создать шаблон отчета, удалить/редактировать его, создать копию и экспортировать и импортировать все шаблоны отчетов из базы данных в файл в формате *json* документа.

Главная форма подсистемы приведена на рисунке 4, она состоит из:

1 Логотипа приложения. При нажатии на логотип открывается главная страница приложения.

2 Панели меню «Приложения». При нажатии на данную панель отображается перечень дополнительных приложений.

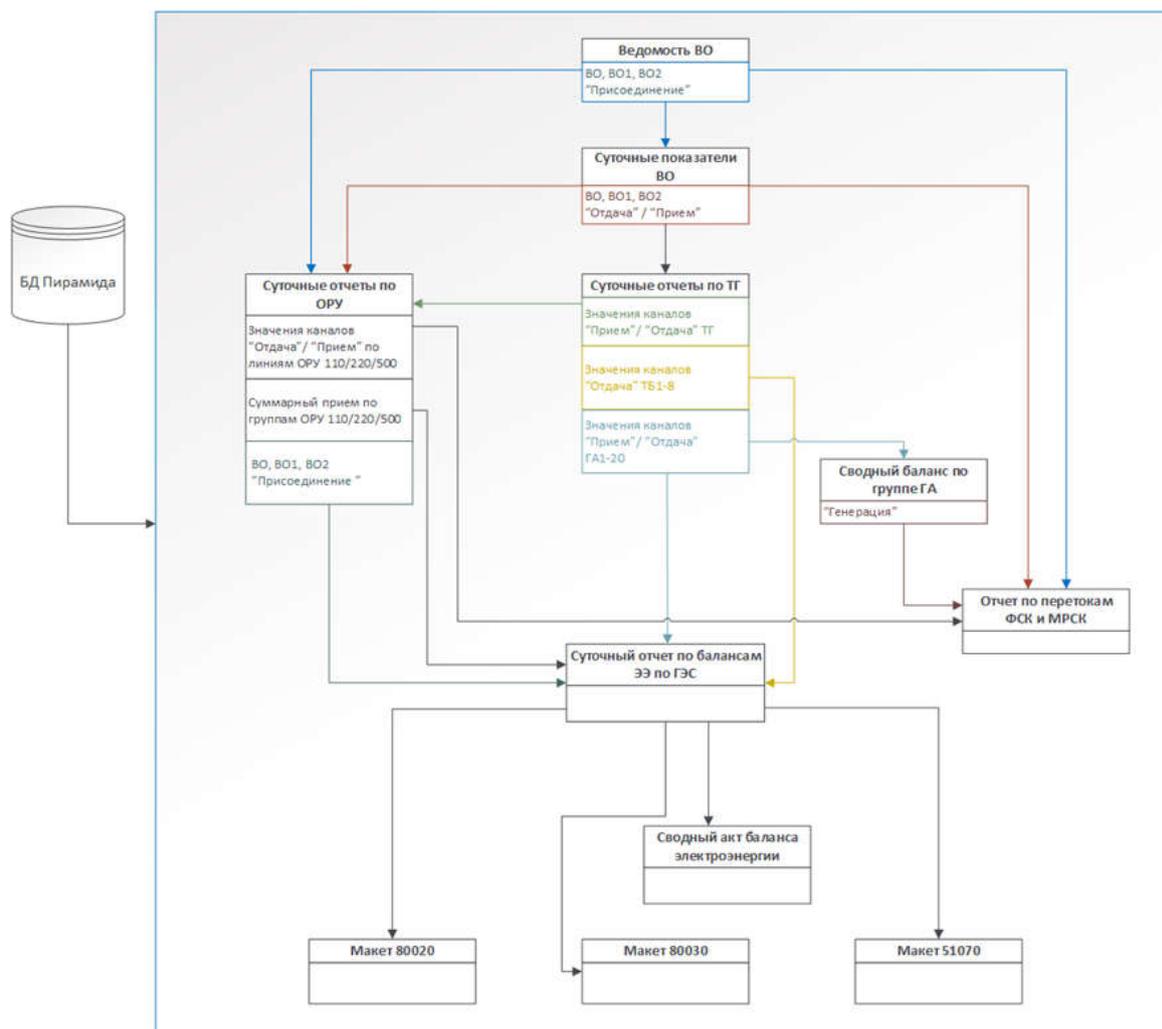


Рисунок 3 – Диаграмма связанности данных в отчетах

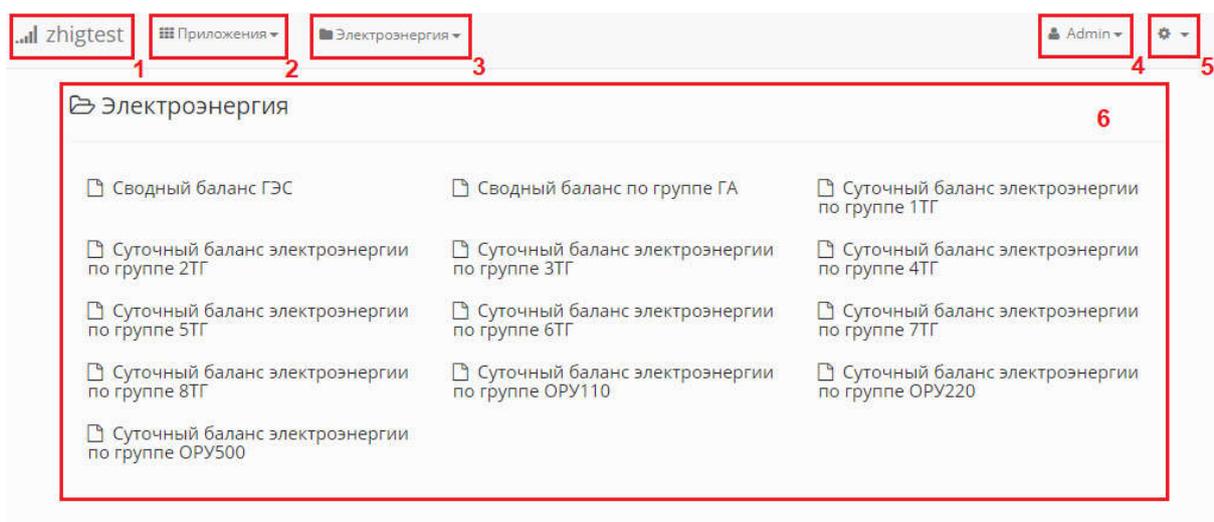


Рисунок 4 – Главная форма подсистемы

3 Список отчетов приложения, сгруппированных по разделам.

4 Имени пользователя приложения. При нажатии на имя пользователя можно будет осуществить выход из приложения под данной учетной записью.

5 Меню администрирования приложения.



6 Развернутого списка отчетов, созданных в приложении. Для начала работы с отчетом необходимо навести курсор мыши на название отчета и нажать левую кнопку мыши.

На рисунке 5 представлен интерфейс пользователя для суточного отчета баланса электроэнергии, который состоит из следующих элементов:

- 1 дерево отчетов, с указанием дат, за которые были сформированы отчеты шаблона;
- 2 перечень точек учета, входящих в выбранную группу баланса с указанием направлением передачи;
- 3 значения со счетчиков по получасовым показателям;
- 4 итоговые значения по получасовым показателям;
- 5 итоговые значение по каждому направлению точки учета за сутки;
- 6 итоговые значение за сутки по всем точкам учета.

Система разрабатывается на языке программирования высокого уровня C# в среде программирования Microsoft Visual Studio 2017, в качестве СУБД выбрана SQL Server Management Studio 2017. Диаграмма развертывания приведена на рисунке 6.

Суточный баланс электроэнергии по группе 1ТТ

Суточные показатели выработки по группе 1ТТ за дату 15.01.2019 (последнее обновление: 10.04.2019 20:17)

Отчетное кол-во в/в, кВт.ч

Время	ГА1		ГА2		1ТТ-220		1ТТ-110		ТБ1		Итого							
	Прием	Отдача	Прием	Отдача	Прием	Отдача	Прием	Отдача	Прием	Отдача	Потери	Сальдо						
00:30	0.00	26760.93	0.00	0.00	0.00	11880.00	Вкл.	0.00	14685.00	Вкл.	0.00	21.53	26739.41	26565.00	174.41	174.41	0.33	0.42
01:00	0.00	22074.46	0.00	0.00	0.00	6864.00	Вкл.	0.00	15180.00	Вкл.	0.00	20.98	22053.48	22044.00	9.48	9.48	0.02	0.43
01:30	0.00	29211.81	0.00	0.00	0.00	13728.00	Вкл.	0.00	15345.00	Вкл.	0.00	21.80	29190.01	29073.00	117.01	117.01	0.20	0.42
02:00	0.00	28019.49	0.00	0.00	0.00	14784.00	Вкл.	0.00	13035.00	Вкл.	0.00	21.80	27997.69	27819.00	178.69	178.69	0.32	0.42
02:30	0.00	26297.25	0.00	0.00	0.00	14520.00	Вкл.	0.00	11715.00	Вкл.	0.00	21.53	26275.73	26235.00	40.73	40.73	0.08	0.42
03:00	0.00	45606.19	0.00	0.00	0.00	29040.00	Вкл.	0.00	16395.00	Вкл.	0.00	22.36	45593.84	45375.00	208.84	208.84	0.23	0.43
03:30	0.00	41002.52	0.00	0.00	0.00	25080.00	Вкл.	0.00	15840.00	Вкл.	0.00	21.25	40981.27	40920.00	61.27	61.27	0.07	0.43
04:00	0.00	31646.13	0.00	0.00	0.00	19536.00	Вкл.	0.00	12045.00	Вкл.	0.00	22.08	31624.05	31591.00	43.05	43.05	0.07	0.43
04:30	0.00	33633.33	0.00	0.00	0.00	22440.00	Вкл.	0.00	11055.00	Вкл.	0.00	22.63	33610.69	33495.00	115.69	115.69	0.17	0.43
05:00	0.00	43370.60	0.00	0.00	0.00	27720.00	Вкл.	0.00	15510.00	Вкл.	0.00	21.80	43348.79	43230.00	118.79	118.79	0.14	0.43
05:30	0.00	45970.51	0.00	0.00	0.00	29832.00	Вкл.	0.00	16005.00	Вкл.	0.00	22.36	45948.16	45837.00	111.16	111.16	0.12	0.43
06:00	0.00	38137.64	0.00	0.00	0.00	25080.00	Вкл.	0.00	12705.00	Вкл.	0.00	21.53	38116.11	37785.00	331.11	331.11	0.44	0.43
06:30	0.00	44115.80	0.00	0.00	0.00	27984.00	Вкл.	0.00	16005.00	Вкл.	0.00	22.36	44093.44	43989.00	104.44	104.44	0.12	0.43
07:00	0.00	37789.88	0.00	0.00	0.00	23232.00	Вкл.	0.00	14520.00	Вкл.	0.00	21.53	37768.35	37752.00	16.35	16.35	0.02	0.43
07:30	0.00	53174.11	0.00	0.00	0.00	31152.00	Вкл.	0.00	21780.00	Вкл.	0.00	21.53	53152.58	52932.00	220.58	220.58	0.21	0.42
08:00	0.00	49398.43	0.00	0.00	0.00	26664.00	Вкл.	0.00	22605.00	Вкл.	0.00	21.25	49377.18	49269.00	108.18	108.18	0.11	0.42
08:30	0.00	54780.43	0.00	0.00	0.00	36400.00	Вкл.	0.00	28050.00	Вкл.	0.00	21.25	54759.17	54450.00	309.17	309.17	0.28	0.42
09:00	0.00	40389.80	0.00	0.00	0.00	26408.00	Вкл.	0.00	28050.00	Вкл.	0.00	22.36	40367.44	40458.00	-90.56	-90.56	0.11	0.43
09:30	0.00	35570.84	0.00	0.00	264.00	10032.00	Вкл.	0.00	25575.00	Вкл.	0.00	21.53	35513.32	35607.00	206.32	206.32	0.29	0.43
10:00	0.00	42890.36	0.00	0.00	0.00	15576.00	Вкл.	0.00	27390.00	Вкл.	0.00	22.91	42867.45	42966.00	-98.55	-98.55	0.11	0.43
10:30	0.00	45407.47	0.00	0.00	0.00	17424.00	Вкл.	0.00	27720.00	Вкл.	0.00	21.25	45386.22	45144.00	242.22	242.22	0.27	0.43
11:00	0.00	48007.39	0.00	0.00	0.00	21120.00	Вкл.	0.00	26730.00	Вкл.	0.00	22.08	47985.31	47850.00	135.31	135.31	0.14	0.42
11:30	0.00	42757.88	0.00	0.00	0.00	17424.00	Вкл.	0.00	25245.00	Вкл.	0.00	22.08	42735.80	42669.00	66.80	66.80	0.08	0.42
12:00	0.00	36614.12	0.00	0.00	0.00	13464.00	Вкл.	0.00	22935.00	Вкл.	0.00	20.70	36599.42	36399.00	194.42	194.42	0.27	0.43
12:30	0.00	32987.49	0.00	0.00	0.00	10032.00	Вкл.	0.00	22770.00	Вкл.	0.00	22.08	32965.41	32802.00	163.41	163.41	0.25	0.43
13:00	0.00	47394.67	0.00	0.00	0.00	21648.00	Вкл.	0.00	25575.00	Вкл.	0.00	21.25	47373.42	47223.00	150.42	150.42	0.16	0.42
13:30	0.00	55078.50	0.00	0.00	0.00	26664.00	Вкл.	0.00	33380.00	Вкл.	0.00	20.70	55057.80	55044.00	13.80	13.80	0.01	0.42
14:00	0.00	26959.65	0.00	0.00	528.00	5808.00	Вкл.	0.00	21285.00	Вкл.	0.00	21.25	27466.40	27099.00	373.40	373.40	0.44	0.44
14:30	0.00	25833.57	0.00	0.00	528.00	2112.00	Вкл.	0.00	24090.00	Вкл.	0.00	20.70	26340.87	26202.00	138.87	138.87	0.26	0.45
15:00	0.00	23316.46	0.00	0.00	528.00	2640.00	Вкл.	0.00	20955.00	Вкл.	0.00	21.25	23823.20	23595.00	228.20	228.20	0.46	0.46
15:30	0.00	26413.17	0.00	0.00	0.00	5808.00	Вкл.	0.00	20460.00	Вкл.	0.00	21.80	26391.37	26268.00	123.37	123.37	0.23	0.44
16:00	0.00	49083.79	0.00	0.00	0.00	24024.00	Вкл.	0.00	25080.00	Вкл.	0.00	21.25	49052.54	49104.00	-41.46	-41.46	0.04	0.42
16:30	0.00	53190.67	0.00	0.00	0.00	27192.00	Вкл.	0.00	25575.00	Вкл.	0.00	21.25	53169.41	52767.00	402.41	402.41	0.38	0.42
17:00	0.00	25667.97	0.00	0.00	0.00	7128.00	Вкл.	0.00	18645.00	Вкл.	0.00	21.53	25646.45	25773.00	-126.55	-126.55	0.25	0.44
17:30	0.00	40671.32	0.00	0.00	0.00	16368.00	Вкл.	0.00	24090.00	Вкл.	0.00	22.63	40648.69	40458.00	190.69	190.69	0.24	0.43
18:00	0.00	43155.32	0.00	0.00	0.00	19536.00	Вкл.	0.00	23430.00	Вкл.	0.00	21.80	43133.51	42966.00	167.51	167.51	0.19	0.42
18:30	0.00	45274.99	0.00	0.00	0.00	21912.00	Вкл.	0.00	23100.00	Вкл.	0.00	21.53	45253.47	45012.00	241.47	241.47	0.27	0.42
19:00	0.00	47494.03	0.00	0.00	0.00	24816.00	Вкл.	0.00	22440.00	Вкл.	0.00	21.53	47472.50	47256.00	216.50	216.50	0.23	0.42
19:30	0.00	43486.52	0.00	0.00	0.00	21384.00	Вкл.	0.00	21945.00	Вкл.	0.00	21.25	43465.26	43329.00	136.26	136.26	0.16	0.42
20:00	0.00	45556.51	0.00	0.00	0.00	23496.00	Вкл.	0.00	21945.00	Вкл.	0.00	21.25	45535.26	45441.00	94.26	94.26	0.10	0.42
20:30	0.00	39765.81	0.00	0.00	0.00	16104.00	Вкл.	0.00	17490.00	Вкл.	0.00	22.08	39743.73	39594.00	149.73	149.73	0.22	0.42
21:00	0.00	42343.88	0.00	0.00	0.00	23232.00	Вкл.	0.00	19140.00	Вкл.	0.00	22.08	42321.80	42372.00	-50.20	-50.20	0.06	0.42
21:30	0.00	48355.15	0.00	0.00	0.00	28512.00	Вкл.	0.00	19635.00	Вкл.	0.00	20.98	48334.18	48147.00	187.18	187.18	0.19	0.42

Рисунок 5 – Суточный отчет баланса электроэнергии

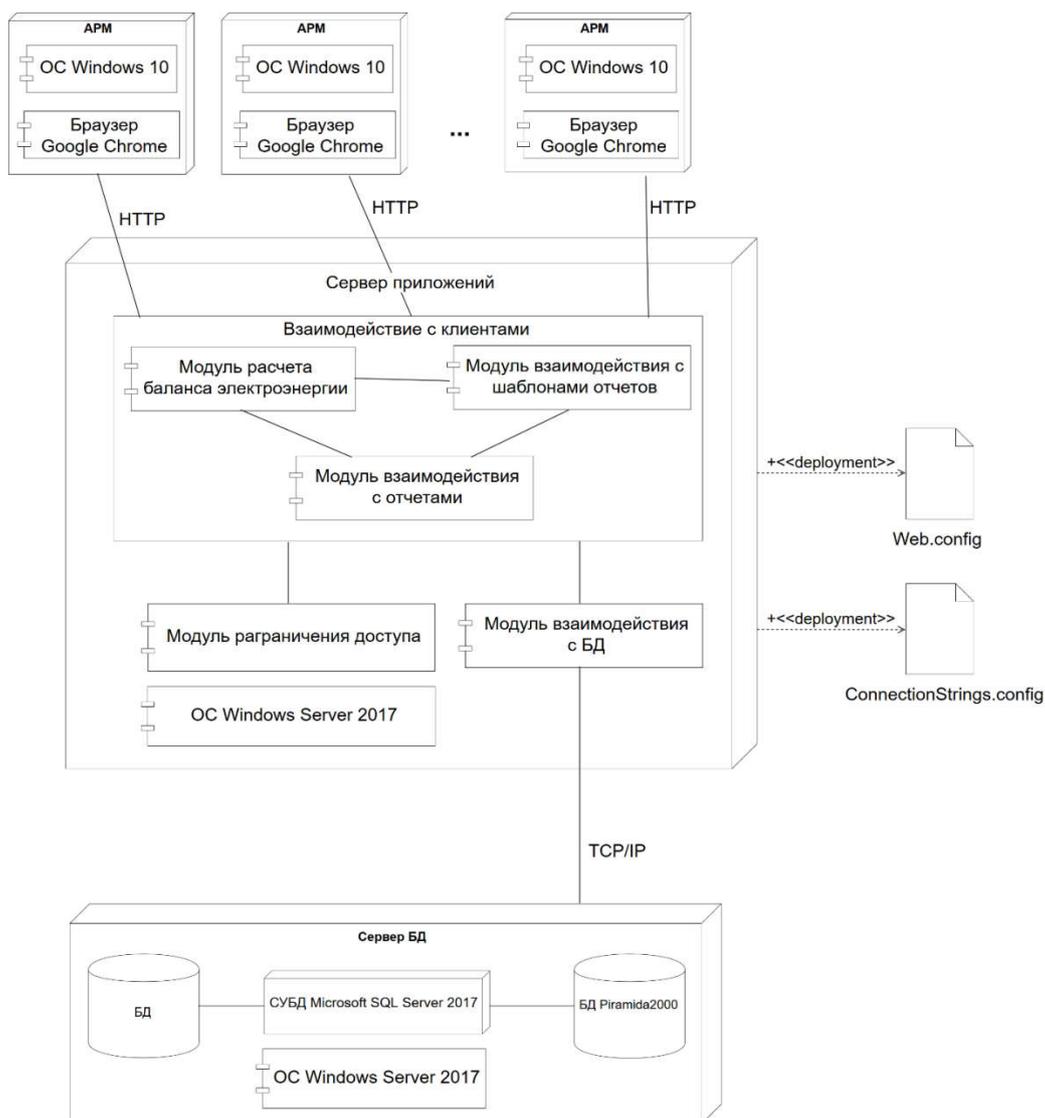


Рисунок 6 – Диаграмма развертывания