

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерный институт
Кафедра теплогазоснабжения и экспертизы недвижимости

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Студента Гасюк Сергей Александрович

Направления 08.04.01 – Строительство, направленность (профиль) _____

«Теплогазоснабжение населенных мест и предприятий»

Защищена _____

Тема __ «Анализ энергопотребления и эффективности использования энергетических ресурсов учебно-лабораторного корпуса образовательного учреждения»

Распоряжение об утверждении темы ВКР по инженерному институту

от « 17 » апреля 2020 г. № 481-О

Пояснительная записка 178 листов

Подпись лица, принявшего

документы _____

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Инженерный институт
Кафедра теплогазоснабжения и экспертизы недвижимости**

Утвержден распоряжением по институту
от «17» апреля 2020 г. № 481-О

Допущен к защите
«14» июня 2020 г.
Зав. кафедрой теплогазоснабжения и
экспертизы недвижимости
д-р техн. наук, доцент
_____ **Н.И. Стоянов**

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Анализ энергопотребления и эффективности использования энергетических ресурсов учебно-лабораторного корпуса образовательного учреждения»

Рецензент:
Писклов Александр Сергеевич,
заместитель директора по производству
ООО «ЭнергоТерм»

Выполнил:
Гасюк Сергей Александрович
студент 2 курса, группы СТР-м-о-18-2
направления 08.04.01 Строительство,
направленность (профиль)
«Теплогазоснабжение населенных мест и
предприятий», очной формы обучения

Дата защиты
«19» июня 2020 г.

Научный руководитель:
Смирнов Станислав Сергеевич
кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедр теплогазоснабжения и
экспертизы недвижимости

Оценка _____

Нормоконтролер:
_____ **Н.И. Стоянов**
д-р техн. наук, доцент, зав. кафедрой теплогазо-
снабжения и экспертизы недвижимости

Ставрополь, 2020 г.

ОТЗЫВ

о работе студента Гасюка Сергея Александровича группы СТР-м-о-18-2 над комплексной ВКР на тему: **АНАЛИЗ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ УЧЕБНО-ЛАБОРАТОРНОГО КОРПУСА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ.**

Руководитель комплексной ВКР Смирнов Станислав Сергеевич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедр теплогазоснабжения и экспертизы недвижимости

1. Характеристика работы студента над составлением технической записи (самостоятельность, инициатива и настойчивость в работе, использование отечественной и зарубежной литературы, элементы исследования в работе, теоретическая и практическая подготовка)

В ходе работы над ВКР, студент проявил настойчивость и самостоятельность при выборе научно-технических решений и методиках расчета и их обоснования, студентом выбраны наиболее прогрессивные решения существующие в отечественной и зарубежной практике на сегодняшний день, что подтверждается достаточно широким списком использованной отраслевой литературы; ВКР выполнена в соответствии с требованиями СНиП и Правилами Ростехнадзора; теоретическая и практическая подготовка студента хорошая, что подтверждается самостоятельностью студента в работе над ВКР, надежностью и достоверностью выполненных расчетов, их теоретическим обоснованием

2. Характеристика работы студента над графической частью и оформлением работы
Графическая часть работы выполнена в соответствии с требованиями нормативно-технических документов и представлена презентацией, что подтверждает высокую практическую подготовку студента к самостоятельной работе и достаточно полно раскрывает сущность работы.


3. Соответствие объема выполненной работы с заданием на ВКР

ВКР выполнена в полном соответствии с выданным заданием, включая автореферат, согласно утвержденному календарному плану. Объем ВКР соответствует требованиям нормативных документов, действующим в университете.

4. Оценка работы студента

Выполненная комплексная ВКР соответствует требованиям, установленным Государственным образовательным стандартом к выпускным квалификационным работам, а студент заслуживает присвоения квалификации – магистр.

Руководитель ВКР _____



_____ подпись

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерный институт
Кафедра теплогазоснабжения и экспертизы недвижимости

РЕЦЕНЗИЯ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ

Рецензия на ВКР студента Гасюка Сергея Александровича направление подготовки 08.04.01 Строительство, направленность (профиль) «Теплогазоснабжение населенных мест и предприятий»

Группа СТР-м-о-18-2 Форма обучения очная

1. Тема ВКР Анализ энергопотребления и эффективности использования энергетических ресурсов учебно-лабораторного корпуса образовательного учреждения.

2. Заключение о степени соответствия темы и содержания ВКР заданию

Тема и содержание ВКР полностью соответствуют заданию

3. Краткая общая характеристика выполненной ВКР (по разделам ВКР)

Актуальность темы ВКР обосновывается тем, что с сокращением запасов органического топлива, значительное значение приобретают технологии использования возобновляемых источников энергии для теплоснабжения объектов.

ВКР содержит введение, 4 главы, заключение, список литературы из 25 наименований.

Первая глава содержит анализ поставленной проблемы, обзор нормативной документации, определяющей деятельность образовательных учреждений в области энергосбережения; Анализ проблематики повышения эффективности системы теплоснабжения УЛК; Основные выводы.

Во второй главе обоснование методики обследования системы теплоснабжения; Способы определения расчетных тепловых нагрузок; Методы оценки эффективности энергосберегающих решений; сделаны основные выводы.

В третьей главе приведена оценка состояния технической документации, договорных отношений с энергоснабжающими организациями; Анализ финансовых затрат на потребляемые энергоресурсы; Характеристика системы теплоснабжения; Отопление и вентиляция; Горячее водоснабжение; Баланс теплотребления; Водоснабжение; Удельные расходы энергоресурсов и воды; Основные выводы.

В четвертой главе даны рекомендации по повышению энергоэффективности УЛК.

4. Степень использования студентом последних достижений науки и техники, Интернет-технологий, периодических изданий

Приведенный список использованных источников характеризует высокую степень использования студентом последних достижений науки и техники, Интернет-технологий, периодических изданий, а также собственных публикаций в периодической печати по теме диссертации.

5. Оценка качества пояснительной записки (по разделам ВКР), ее оформление в соответствии с установленными системой менеджмента качества требованиями (по результатам нормоконтроля)

Пояснительная записка изложена аргументированно, грамотным техническим языком, с соблюдением требований нормативной документации.

6. Достоинства ВКР

Значимость ВКР заключается в том, что на основании теоретического анализа, даны рекомендации по повышению энергоэффективности УЛК, разработанные автором.

7. Основные недостатки работы, в том числе нарушение нормативных документов

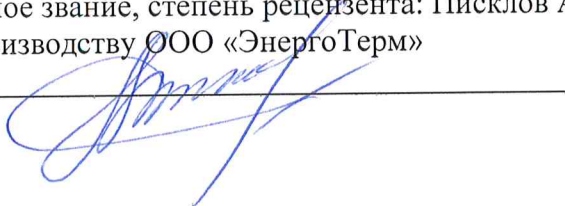
Замечаний нет.

8. Заключение и оценка ВКР (соответствует или не соответствует предъявляемым требованиям, оценка: отлично, хорошо, удовлетворительно) выполненная квалификационная работа соответствует требованиям, предъявляемым к ВКР, и заслуживает отличной оценки.

4. Заключение (рекомендация) о присвоении квалификации / степени (заслуживает или не заслуживает присвоения квалификации / степени) студент заслуживает присвоения квалификации – магистр.

Должность, фамилия, имя, отчество, ученое звание, степень рецензента: Писклов Александр Сергеевич, заместитель директора по производству ООО «ЭнергоТерм»

Подпись рецензента _____



Дата « »

2020 г.

В работе рассмотрена проблема энергопотребления учебно-лабораторного корпуса образовательного учреждения высшего образования. Приведены методики инструментального обследования. Определены параметры качества электрической энергии на вводе в здание. Выявлены особенности энергопотребления, в том числе несимметрия и несинусоидальность потребляемых токов, а также параметры суточного графика нагрузки. Сформулированы рекомендации по повышению эффективности работы системы внутреннего электроснабжения.

					ВКР-СКФУ-13.04.02-	-2020	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- ВГ – высшие гармоники;
- ВРУ – вводно-распределительное устройство;
- ГВС – горячее водоснабжение;
- ДПФ – дискретное преобразование Фурье;
- ИТП – индивидуальный тепловой пункт;
- КЭЭ – качество электроэнергии;
- КУ – компенсирующее устройство;
- ОГ – основная гармоника;
- ОУ – образовательное учреждение;
- ПБВ – переключение без возбуждения;
- ПКЭ – показатели качества электроэнергии;
- ПРЭМ – преобразователь расхода электромагнитный;
- ПФ – преобразование Фурье;
- РМ – реактивная мощность;
- СИ – средства измерений;
- СО – система отопления;
- СУ – симметрирующее устройство;
- ТОП – точка общего присоединения;
- ТП – трансформаторная подстанция;
- УЛК – учебно-лабораторный корпус;
- ЦТП – центральный тепловой пункт;
- THD – total harmonic distortion (суммарный коэффициент гармонических составляющих).

					ВКР-СКФУ-13.04.02-	-2020	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			2

СОДЕРЖАНИЕ:

ВВЕДЕНИЕ	6
1. АНАЛИЗ ПОСТАВЛЕННОЙ ПРОБЛЕМЫ	11
1.1 Обзор нормативной документации, определяющей деятельность образовательных учреждений в области энергосбережения.....	11
1.2 Анализ проблематики повышения эффективности системы электроснабжения УЛК	16
1.2.1 Требования к качеству электрической энергии в сетях общего назначения.....	16
1.2.2 Анализ факторов, влияющих на дополнительные потери электроэнергии в сети обследуемого объекта	20
1.2.3 Краткая характеристика существующей системы электроснабжения	22
1.3 Анализ проблематики повышения эффективности системы теплоснабжения УЛК.....	26
1.3.1 Переход к индивидуальным тепловым пунктам с независимой схемой подключения.....	26
1.3.2 Наиболее распространенные схемы тепловых пунктов	29
1.3.4 Компоновка теплового пункта.	31
Результаты и выводы по разделу	37
2. ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЙ	39
2.1 Обоснование методики обследования системы электроснабжения	39
2.1.1 Методика оценки ПКЭ.....	39
2.1.2 Методика проведения измерений	43
2.1.3 Методика оценки уровня несимметрии	50
2.1.4 Методика оценки уровня несинусоидальности	52
2.1.5 Методика статистической оценки ПКЭ	54
2.2 Обоснование методики обследования системы теплоснабжения	56
2.2.1 Способы определения расчетных тепловых нагрузок.	56

					ВКР-СКФУ-13.04.02-	-2020	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			3

2.2.2 Методы оценки эффективности энергосберегающих решений.....	58
Результаты и выводы по разделу	61
3. ПРОВЕДЕНИЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ НА ОБЪЕКТЕ ИССЛЕДОВАНИЯ. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ	63
3.1 Проведение инструментальных исследований в системе электроснабжения УЛК. Анализ результатов.....	63
3.1.1 Результаты исследований показателей качества электроэнергии на вводе УЛК	63
3.1.2 Результаты исследований графиков нагрузки УЛК.....	82
3.1.3 Результаты исследований несимметрии токов на вводе УЛК	87
3.1.4 Результаты исследований несинусоидальности токов на вводе УЛК	91
3.2 Проведение инструментальных исследований в системе теплоснабжения УЛК. Анализ результатов.	96
3.2.1 Оценка состояния технической документации, договорных отношений с энергоснабжающими организациями.	96
3.2.2 Анализ финансовых затрат на потребляемые энергоресурсы.	96
3.2.3. Характеристика системы теплоснабжения.	98
3.2.4 Анализ структуры распределения тепловой энергии.	99
3.2.5 Отопление и вентиляция.....	100
3.2.6. Горячее водоснабжение.	102
3.2.7. Баланс теплотребления.	106
3.2.8. Водоснабжение.	108
Результаты и выводы по разделу	114
4. РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ	116
4.1 Разработка рекомендаций по повышению эффективности использования энергетических ресурсов	116
4.1.1 Утепление наружных ограждающих конструкций.	116

4.1.2 Уплотнение дверных проемов.....	116
4.1.3 Установка автоматизированного теплового пункта с независимой схемой присоединения.....	117
4.1.4 Установка регулирующих вентилей на отопительных приборах..	117
4.1.5 Применение экранов-отражателей за радиаторами отопления.....	117
4.1.6 Восстановление изоляции на трубопроводах тепловых пунктов..	118
4.1.7 Замена ламп накаливания на энергосберегающие лампы.	118
4.1.8 Установка аэраторов на смесителях, замена смесителей.	118
4.1.9 Замена деревянных окон на пластиковые со стеклопакетами.	118
4.1.10 Внедрение пофасадного регулирования системы отопления.	119
4.2 Разработанные мероприятия	119
Календарный план работ по проекту.....	121
5. РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ.....	125
5.1 Перечень мероприятий по повышению качества электроэнергии и эффективности работы системы электроснабжения.....	125
5.2 Анализ и выбор мероприятий по повышению качества электроэнергии и эффективности работы системы электроснабжения.....	126
5.2.1 Регулирование напряжения	126
5.2.2 Симметрирование токов и напряжений	126
5.2.3 Снижение доли высших гармоник в спектрах тока	130
5.2.4 Компенсация реактивной мощности	132
Результаты и выводы по разделу	134
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	136
Список источников.....	140

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня повышение энергетической эффективности – одна из важнейших задач, сформулированных руководством страны, прежде всего перед бюджетным сектором. В соответствии с Федеральным законом [1] органы исполнительной власти в области образования принимают активное участие в реализации мероприятий, направленных на повышение энергоэффективности и энергосбережения в образовательных учреждениях.

Энергосбережение как процесс, в образовательных учреждениях, в отличие от других организаций (в том числе и бюджетных), реализует три важных аспекта. Первый – традиционный и общеизвестный, направленный на снижение потребления энергетических ресурсов и, как следствие, на экономию средств. Второй аспект – воспитательный, он присущ только образовательным учреждениям и заключается в формировании у обучающихся культуры и навыков энергоэффективного поведения. Третий аспект – образовательный, заключается в реализации программ подготовки специалистов в области энергосбережения (следует отметить, что данный аспект может быть реализован в образовательных учреждениях технической направленности). В частности подготовка специалистов в данной области осуществляется и в инженерном институте Северо-Кавказского федерального университета.

Реализация образовательных программ в области энергосбережения берет свое начало еще с 90-х годов прошлого века и привела к появлению достаточно большого количества учебной литературы по данному направлению. Учебные вопросы в области энергосбережения достаточно детально освещены в работах многих авторов, в частности можно отметить труды Ю.Д. Сибикина, В.С. Семенова, А.М. Афолина, В.Я. Ушакова, А.М. Протасевича и др. [2-12]

Проблема энергосбережения и повышения энергетической эффективности также нашла свое отражение и в научной литературе [13-20].

					ВКР-СКФУ-13.04.02-	-2020	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			6

Среди авторов можно отметить Е.Г. Гашо, А.А. Арутюняна, В.И. Шарапова, Ю.А. Табунщикова, А.А. Злобина и др.

В данной работе основное внимание уделено системе внутреннего электропотребления учебно-лабораторного комплекса (УЛК), в частности: выявлению ее недостатков и определению путей повышения эффективности ее работы.

В данной связи следует отметить следующее. Приемники электроэнергии и элементы электрической сети предназначены для работы при определенных параметрах режима. Обычно предполагается, что работа электроприемников (ЭП) и элементов электрической сети наиболее целесообразна с технической и экономической точек зрения при номинальных параметрах: номинальной частоте переменного тока, номинальном напряжении, номинальном токе ($f_{ном}$, $U_{ном}$, $I_{ном}$). При работе ЭП возможно отклонение от этих требований, определяемых показателями качества электрической энергии (ПКЭ).

Уровень потерь является важным, но не единственным показателем эффективности применительно к передаче и распределению электрической энергии. Понятие эффективности включает в себя ещё такие характеристики, как качество электроэнергии, надежность/бесперебойность электроснабжения, управляемость систем транспорта и распределения. В последние годы все более актуальной становится проблема качества электроэнергии. Это связано, в первую очередь, с увеличением количеств ЭП чувствительных к отклонениям показателей качества электроэнергии. К ним относятся электронные устройства, а особенно вычислительная техника, ее отказ может повлиять на достоверность и/или сохранность информации, что в современных условиях зачастую оказывается основной составляющей ущерба.

При этом следует отметить, что снижение параметров качества электроэнергии негативно влияет еще и на потери электроэнергии. С учетом того, что в сетях 0,4 кВ имеет место значительный уровень несимметрии и

					ВКР-СКФУ-13.04.02-	-2020	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			7

несинусоидальности токов, данные сети характеризуются достаточно высоким уровнем добавочных потерь электроэнергии.

В научной и учебной литературе достаточно много внимания уделено проблеме потерь электроэнергии в низковольтных распределительных сетях, в частности, можно отметить работы [21-28]. Вопросы оценки потерь электроэнергии в низковольтных сетях нашли отражение в ряде работ таких авторов как Ю.С. Железко, Г.Е. Поспелов, Н.М. Сыч, В.Э. Воротницкий, Ю.Г. Кононов, М.А. Калинкина и др.

Особенно актуальна проблема повышения эффективности работы стоит в сетях 0,4 кВ, где качество энергопотребления не является в достаточной мере высоким. Таким образом, исследование энергопотребления потребителей в низковольтных сетях является актуальной и практически значимой задачей.

Направления исследований.

1. Анализа состояния проблемы повышения энергетической эффективности объектов университета.
2. Обоснование и выбор методик исследования энерго- и ресурсопотребления учебно-лабораторного корпуса.
3. Исследование процессов электро- и теплотребления учебно-лабораторного корпуса, выявление «очагов» потерь и непроизводительного расхода.
4. Оценка применимости и возможного эффекта мероприятий направленных на повышение энергетической эффективности систем электро- и теплоснабжения учебно-лабораторного корпуса.

Объект исследования: системы электро- и теплоснабжения учебно-лабораторного корпуса.

Предмет исследования: процессы электро- и теплотребления учебно-лабораторного корпуса.

					VKP-СКФУ-13.04.02-	-2020	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			8

Целью данной работы является повышение эффективности режимов работы систем электро- и теплоснабжения.

Для достижения указанной цели в рамках настоящей работы были поставлены и решены следующие **задачи**:

- 1) обзор современного состояния проблемы повышения энергетической эффективности систем внутреннего электроснабжения, а также теплоснабжения образовательных учреждений;
- 2) выбор методик исследования процессов потребления тепловой и электрической энергии учебно-лабораторным корпусом;
- 3) проведение исследований (в т.ч. инструментальных) процессов потребления тепловой и электрической энергии, выявление «очагов» потерь;
- 4) разработка рекомендаций по повышению энергетической эффективности систем электро- и теплоснабжения учебно-лабораторного комплекса.

Методы исследования. При решении поставленных задач использовались: элементы теории электрических цепей, методы математического моделирования, методы компьютерного моделирования. Статистические расчеты выполнялись с использованием надстройки «Пакет анализа» табличного редактора MS Excel.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- выбран комплекс методик исследования режимов электро- и теплопотребления объектов образовательных учреждений;
- выявлены особенности режимов электро- и теплопотребления объектов образовательных учреждений;
- определен комплекс мер, направленных на повышение энергетической эффективности объекта исследования.

На защиту выносятся положения, составляющие научную новизну.

Практическая ценность результатов работы заключается в следующем:

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						9

- определен комплекс методик исследования режимов энергопотребления объектов образовательных учреждений;
- выявлены особенности электро- и теплотребления учебно-лабораторного корпуса, в том числе определены возможности повышения энергетической эффективности объекта;
- проведен анализ качества электрической энергии по ряду показателей на вводе учебно-лабораторного корпуса;
- выявлены резервы экономии электроэнергии в системе электроснабжения;
- определен комплекс мер, направленных на снижение потребления электрической и тепловой энергии.

Личный вклад автора Пашаян Д.А. заключается в выборе методик и проведении инструментальных обследований системы электроснабжения, анализе результатов и выборе методик повышения эффективности функционирования системы электроснабжения. Личный вклад автора Гасюк С.А. заключается в выборе методик и проведении инструментальных обследований системы теплооснабжения, а также в анализе результатов и выборе методик повышения эффективности функционирования системы теплооснабжения.

Апробация работы. Отдельные результаты работы представлены на Всероссийскую конференцию "Электроэнергетика глазами молодежи" (г. Ставрополь, СКФУ – 2020 г).

Публикации. По теме научно-исследовательской работы Пашаяна Д.А. опубликована 1 статья в сборнике «Электроэнергетика глазами молодежи» (г. Ставрополь, СКФУ – 2020 г.).

Структура и объем работы. Работа включает в себя 4 раздела, введение, заключение, список использованных источников (56 наименований) и 2 приложения. Объем работы – 177 страниц.

					VKP-СКФУ-13.04.02-	-2020	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			10

1. АНАЛИЗ ПОСТАВЛЕННОЙ ПРОБЛЕМЫ

1.1 Обзор нормативной документации, определяющей деятельность образовательных учреждений в области энергосбережения

Основным документом, определяющим деятельность в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности любой организации, в том числе и образовательных учреждений (ОУ), является Федеральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности» [1]. Данный Закон имеет целью создание правовых, организационных и экономических основ повышения энергетической эффективности функционирования государственных и муниципальных образовательных учреждений (ОУ). Он распространяется на организации с участием государства или муниципального образования. Согласно п. 9 ст. 2 к ним отнесены все государственные и муниципальные ОУ.

При этом действие Закона "Об энергосбережении" не распространяется:

- на негосударственные (немуниципальные) ОУ;
- на ветхие, аварийные объекты, объекты, подлежащие сносу или капитальному ремонту до 1 января 2013 года, а также объекты, потребление энергоресурсов которыми менее оговоренного в Законе уровня.

На настоящий момент все государственные (муниципальные) ОУ вне зависимости от уровня реализуемого образования и типа учреждения должны осуществлять потребление энергетических ресурсов с обязательным применением приборов учета воды, природного газа, тепловой и электрической энергии. Использование приборов учета перевело образовательные учреждения от оплаты по введенным нормативам (часто завышенным) к оплате за четко потребленный объем предоставленных ОУ

энергетических ресурсов. Однако эксплуатация приборов учета дает эффект экономии только тогда, когда во внутренней коммунальной инфраструктуре учреждения исключены потери (установка приборов учета используемой воды при текущих трубах может дать не снижение, а увеличение расходов учреждения на водоснабжение).

Для создания стимулов к модернизации коммунальных сетей, применению энергосберегающих и иных технологий, позволяющих оптимизировать затраты, было подготовлено письмо Минфина России от 30.12.2010 № 02-03-06/5448 «О возможности использования государственными (муниципальными) учреждениями средств, сэкономленных в результате мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности». Согласно указанному письму в случае достижения экономии средств, предусмотренных на оплату коммунальных услуг, за счет осуществления мероприятий по повышению энергоэффективности и энергосбережению указанные средства могут быть перераспределены в зависимости от потребности бюджетного и автономного учреждения на иные выплаты, в т. ч. на увеличение заработной платы.

Согласно приказу Минобрнауки России от 25.06.2012 № 503 «О внесении изменений в Порядок составления и утверждения плана финансово-хозяйственной деятельности федеральных государственных ОУ, находящихся в ведении Минобрнауки» в план финансово-хозяйственной деятельности (ФХД) дополнительно к ранее определенным составляющим должны включаться «Мероприятия по энергосбережению и повышению энергоэффективности». В случае достижения экономии средств за счет осуществления мероприятий по энергосбережению сэкономленные средства могут быть перераспределены на иные выплаты, в т. ч. на увеличение заработной платы.

Таким образом, бюджетным и автономным учреждениям обеспечена большая возможность (по сравнению с казенными учреждениями) для сохранения в их распоряжении средств, сэкономленных в результате

осуществления мероприятий по повышению энергоэффективности и энергосбережению, и выбора направления использования указанной экономии.

Мероприятия по повышению энергоэффективности согласно Положению о формировании государственного задания в отношении федеральных бюджетных и казенных учреждений и финансовом обеспечении выполнения государственного задания, утвержденному Постановлением [26], расходы на приобретение энергетических ресурсов фактически разбиваются на две составляющие:

- оказание государственных услуг в рамках государственного задания;
- содержание недвижимого имущества.

Таким образом, потребности ОУ в энергетических ресурсах зависят не только от характеристик имущественного комплекса (занимаемых площадей, износа построек и т. д.), но и от объема оказываемых государственных (муниципальных) услуг. Чем больше потребителей таких услуг, тем больше расходуется воды, электроэнергии и других ресурсов. Это значит, что необходимо очень четко прописать индикаторы результативности мероприятий по энергосбережению. В противном случае успешно развивающееся учреждение, расширяющее на своем имущественном комплексе объем реализуемых образовательных услуг, не сможет продемонстрировать (даже грамотно организовав мероприятия по энергосбережению) совокупное снижение коммунальных расходов. Виды мероприятий по энергосбережению, которые может осуществить образовательное учреждение, зависят от ряда факторов. В частности, от мероприятий, заложенных в региональные и муниципальные программы, а значит от финансово обеспечиваемых учредителем в рамках предоставления подведомственным ОУ субсидий на данные виды действий.

Примерный перечень мероприятий в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, которые могут быть

использованы в целях разработки региональных и муниципальных программ в этой области, утвержден Приказом [29] . К таким мероприятиям относятся:

- проведение энергетических обследований зданий, строений, сооружений;
- сбор и анализ информации об энергопотреблении зданий, строений, сооружений;
- содействие заключению энергосервисных договоров и привлечению частных инвестиций в целях их реализации;
- создание системы контроля и мониторинга за реализацией энергосервисных контрактов;
- технические и технологические мероприятия по энергосбережению и повышению энергетической эффективности, в т. ч.:
- оснащение зданий, строений, сооружений приборами учета используемых энергетических ресурсов; повышение тепловой защиты зданий, строений, сооружений при капитальном ремонте, утепление зданий, строений, сооружений;
- перекладка электрических сетей для снижения потерь электрической энергии в зданиях, строениях, сооружениях; тепловая изоляция трубопроводов и оборудования, разводящих трубопроводов отопления и горячего водоснабжения в зданиях, строениях, сооружениях; закупка энергопотребляющего оборудования высоких классов энергетической эффективности и т. п.

В соответствии с [1], если в учреждении расходы на покупку энергетических ресурсов составляют более 10 млн. руб. в год, то из числа работников учреждения должно быть назначено лицо, ответственное за проведение мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности.

Для обеспечения результативности действий руководства образовательного учреждения в сфере энергосбережения и повышения энергетической эффективности необходимо:

- 1) Осуществить неформальную ревизию энергетического хозяйства учреждения (оборудования, приборов учета, коммуникаций и т. д.) с целью выявления наиболее энергоемких источников потребления, а также временных периодов повышения уровня расходов энергетических ресурсов.
- 2) Оценить последствия планируемых мероприятий. Для этого можно воспользоваться калькуляторами расчета энергоэффективности. Например, energosber.info/calc/window/ - сайт «Энергоэффективная Россия». Также возможно проведение расчетов эффективности мероприятий с использованием приложения представленного на сайте Всероссийского портала по энергосбережению (www.verdit.ru)
- 3) Изучить рынок нового оборудования и приборов, обеспечивающих более рациональное потребление энергии.
- 4) Изучить рынок услуг и работ организаций, способных осуществить монтаж и обслуживание такого оборудования.
- 5) Заложить необходимые финансовые средства в бюджетную смету или план финансово-хозяйственной деятельности.
- 6) Подготовить необходимую документацию для размещения заказов для государственных и муниципальных нужд.

Деятельность ОУ в области энергосбережения регулируется также отдельными внутренними документами, к которым относятся:

- программа по энергосбережению и повышению энергетической эффективности ОУ;
- положение об энергетической эффективности зданий и сооружений, принимаемых в эксплуатацию;
- положение об энергетической эффективности закупаемых товаров и услуг;
- стандарты организации в области энергосбережения (при наличии в ОУ системы энергетического менеджмента);

- должностные инструкции лиц, ответственных за энергосбережение;
- и т.д.

1.2 Анализ проблематики повышения эффективности системы электроснабжения УЛК

1.2.1 Требования к качеству электрической энергии в сетях общего назначения

Качество электроэнергии характеризуется показателями, определяющими степень соответствия параметров напряжения сети нормированным значениям. В настоящее время требования к качеству электроэнергии в системах электроснабжения общего назначения устанавливает ГОСТ 32144-2013 [30].

Нормы качества электрической энергии, устанавливаемые стандартом, являются уровнями электромагнитной совместимости для кондуктивных (распространяющихся по проводникам) электромагнитных помех СЭС общего назначения. При соблюдении указанных норм обеспечивается электромагнитная совместимость (ЭМС) электрических сетей СЭС общего назначения и электрических сетей потребителей электрической энергии (приемников электрической энергии).

Нормы, установленные стандартом, являются обязательными во всех режимах работы СЭС общего назначения, кроме режимов, вызванных:

- исключительными погодными условиями и стихийными бедствиями (ураган, наводнение, землетрясение и т. п.);
- непредвиденными ситуациями, вызванными действиями стороны, не являющейся энергоснабжающей организацией и потребителем электроэнергии (пожар, взрыв, военные действия и т. п.);
- условиями, регламентированными государственными органами управления, а также связанными с ликвидацией последствий, вызванных

исключительными погодными условиями и непредвиденными обстоятельствами.

Нормы, установленные [30], подлежат включению в технические условия на присоединение потребителей электрической энергии и в договоры на пользование электрической энергией.

При этом для обеспечения норм стандарта в ТОП допускается устанавливать в технических условиях на присоединение потребителей, являющихся виновниками ухудшения качества электроэнергии, и в договора на пользование электрической энергией с такими потребителями более жесткие нормы (с меньшими диапазонами изменения соответствующих показателей качества электроэнергии), чем установлены в стандарте.

Нормы, определяемые в [30], применяют при проектировании и эксплуатации электрических сетей, а также при установлении уровней ЭМС и уровней кондуктивных помех, вносимых приемниками.

Нормы качества электроэнергии в ТОП электрических сетей, находящихся в собственности потребителей электрической энергии, регламентируемые отраслевыми стандартами и иными документами, не должны быть ниже норм, установленных указанным стандартом.

В стандарте применяют следующие термины:

- система электроснабжения общего назначения - совокупность электроустановок и электрических устройств энергоснабжающей организации, предназначенных для обеспечения электрической энергией различных потребителей (приемников электрической энергии);

- электрическая сеть общего назначения - электрическая сеть энергоснабжающей организации, предназначенная для передачи электрической энергии различным потребителям (приемникам электрической энергии);

- точка общего присоединения - точка электрической сети общего назначения, электрически ближайшая к сетям рассматриваемого потребителя электрической энергии (входным устройствам рассматриваемого приемника

электрической энергии), к которой присоединены или могут быть присоединены электрические сети других потребителей (входные устройства других приемников);

- потребитель электрической энергии - юридическое или физическое лицо, осуществляющее пользование электрической энергией (мощностью);

- кондуктивная электромагнитная помеха в системе энергоснабжения - электромагнитная помеха, распространяющаяся по элементам электрической сети;

- уровень электромагнитной совместимости в системе энергоснабжения
- регламентированный уровень кондуктивной электромагнитной помехи, используемый в качестве эталонного для координации между допустимым уровнем помех, вносимым техническими средствами энергоснабжающей организации и потребителей электрической энергии, и уровнем помех, воспринимаемым техническими средствами без нарушения их нормального функционирования;

- фликер - субъективное восприятие человеком колебаний светового потока искусственных источников освещения, вызванных колебаниями напряжения в электрической сети, питающей эти источники;

- доза фликера - мера восприимчивости человека к воздействию фликера за установленный промежуток времени;

- длительность изменения напряжения - интервал времени от начала одиночного изменения напряжения до его конечного значения;

- провал напряжения - внезапное понижение напряжения в точке электрической сети ниже $0,9 U_{ном}$, которым следует восстановление напряжения до первоначального или близкого к нему уровня через промежуток времени от десяти миллисекунд до нескольких десятков секунд;

- длительность провала напряжения - интервал времени между начальным моментом провала напряжения и моментом восстановления напряжения до первоначального или близкого к нему уровня;

- частота появления провалов напряжения - число провалов напряжения определенной глубины и длительности за определенный промежуток времени по отношению в общему числу провалов за этот же промежуток времени;

- импульс напряжения - резкое изменение напряжения в точке электрической сети, за которым следует восстановление напряжения до первоначального или близкого к нему уровня за промежуток времени до нескольких миллисекунд;

- амплитуда импульса - максимальное мгновенное значение импульса напряжения;

- длительность импульса - интервал времени между начальным моментом импульса напряжения и моментом восстановления мгновенного значения напряжения до первоначального или близкого к нему уровня;

- временное перенапряжение - повышение напряжения в точке электрической сети выше $1,1 U_{ном}$ продолжительностью более 10 мс, возникающее в системах электроснабжения при коммутациях или коротких замыканиях;

- коэффициент временного перенапряжения - величина, равная отношению максимального значения огибающей амплитудных значений напряжения за время существования временного перенапряжения к амплитуде номинального напряжения сети;

- длительность временного перенапряжения - интервал времени между начальным моментом возникновения временного перенапряжения и моментом его исчезновения.

Показателями качества электроэнергии являются:

- установившееся отклонение напряжения δU_y ;

- размах изменения напряжения δU_i ;

- доза фликера P_f ;

- коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения THD_U ;

- коэффициент n -ой гармонической составляющей напряжения $THD_{U(n)}$;

- коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности K_{2U} ;
- коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности K_{0U} ;
- отклонение частоты Δf ;
- длительность провала напряжения Δt_n ;
- импульсное напряжение $U_{имп}$;
- коэффициент временного перенапряжения $K_{пер U}$.

При определении значений некоторых показателей качества электрической энергии используют следующие вспомогательные параметры электрической энергии:

- частоту повторения изменений напряжения $F_{\delta U_i}$;
- интервал между изменениями напряжения $\Delta t_{i, i+1}$;
- глубину провала напряжения δU_n ;
- частота появления провалов напряжения F_n ;
- длительность импульса по уровню 0,5 его амплитуды $\Delta t_{имп0,5}$;
- длительность временного перенапряжения $\Delta t_{пер U}$.

1.2.2 Анализ факторов, влияющих на дополнительные потери электроэнергии в сети обследуемого объекта

Как было выявлено в [21-23, 25] на величину дополнительных потерь электроэнергии влияет множество факторов, из которых выделим следующие:

- 1) неравномерность графика нагрузки;
- 2) несимметрия токов;
- 3) несинусоидальность токов.

Рассмотрим по отдельности указанные факторы.

1.2.2.1 Неравномерность графиков нагрузки

Графики нагрузки принято характеризовать определенными показателями. К таким показателям относятся:

- 1) P_c – средняя нагрузка (Q_c, S_c, I_c).

- 2) $P_{ск}$ – среднеквадратичная (эффективная) нагрузка ($Q_{ск}, S_{ск}, I_{ск}$).
- 3) P_m – максимальная нагрузка (Q_m, S_m, I_m);
- 4) P_p – расчетная (максимальная длительная) нагрузка;
- 5) $P_{пик}$ – пиковая (максимальная кратковременная) нагрузка;
- 6) коэффициент формы графика нагрузки k_f ;
- 7) коэффициент заполнения графика нагрузки k_z ;
- 8) коэффициент максимума нагрузки k_m .

В рамках данной работы предполагается оценка перечисленных показателей, а также оценка дополнительных потерь, вызываемых неравномерностью графика нагрузки.

1.2.2.2 Несимметрия напряжений и токов

Наличие в сетях 0,4 кВ однофазных электроприемников определяет значительный уровень несимметрии токов и напряжений, как в данных сетях, так и в сетях 6-10 кВ. Это обстоятельство обостряет проблему несимметрии в сетях, поскольку несимметрия токов и напряжений, вызванная несимметричными потребителями в сети, не только ухудшает работу самой сети, но и существенно влияет на работу симметричных электроприемников. Появляясь в сети 0,4 кВ нагрузочная несимметрия трансформируясь, привносится в сети более высокого напряжения, при этом несимметрия в сети высокого напряжения может быть еще, и обусловлена продольной (параметрической) несимметрией.

В рамках данной работы предполагается оценка уровня несимметрии напряжений на вводе в объект, оценка соответствия показателей качества электроэнергии нормам, а также оценка степени неравномерности загрузки фаз и ориентировочная оценка дополнительных потерь из-за несимметрии токов. Также в работе предполагается выявления степени участия обследуемой сети в формировании данного ПКЭ.

1.2.2.3 Несинусоидальность напряжений и токов

Значительное количество с импульсными блоками питания в сетях 0,4 кВ, работающих в режиме глухозаземленной нейтрали, влечет за собой появление в спектре потребляемых токов высших гармоник (ВГ) нулевой последовательности (с нечетными номерами кратными трем). В результате, даже при относительно симметричной загрузке фаз имеют место значительные токи в нулевом проводнике, что приводит не только к дополнительным потерям, но и может стать причиной нарушения режима нейтрали в сети из-за обрыва (перегорания) нулевого проводника.

Высшие гармоники тока вызывают не только увеличение степени несинусоидальности напряжения в сети, тем самым ухудшая работу других электроприемников, но и вызывают дополнительные потери электроэнергии. При этом следует учитывать, что активное сопротивление проводников сети для токов высших гармоник будет отличаться от сопротивления для первой (основной) гармоники. Это связано с т.н. «поверхностным эффектом» (скин-эффектом), проявляющимся в вытеснении тока в поверхностные слои проводника. С повышением частоты (номера гармоники) протекающего тока данный эффект становится более выраженным [31]. Таким образом, при оценке потерь электроэнергии в сетях, питающих нелинейную нагрузку, следует учитывать тот факт, что величина потерь от высших гармоник может быть выше за счет скин-эффекта.

В рамках данной работы предполагается оценка соответствия напряжений на вводе в УЛК требуемым нормам в области искажения синусоидальности. Также в работе предполагается выявления степени участия обследуемой сети в формировании данного ПКЭ.

1.2.3 Краткая характеристика существующей системы электроснабжения

Электроснабжение УЛК осуществляется от двухтрансформаторной подстанции 6/0,4 кВ по двум кабельным линиям, проложенным под землей.

При этом один из проложенных кабелей находится в «холодном» резерве. Основное питание осуществляется по одному кабелю.

Посредством визуального осмотра ВРУ, предположительно марка питающего кабеля была определена как АВБбШв с сечением фазной жилы 120 мм² и сечением нулевой жилы 70 мм². Расшифровка марки кабеля следующая:

- А – алюминиевая токопроводящая жила;
- В – изоляция из ПВХ пластиката;
- Б – броня из стальных оцинкованных лент;
- б – без подушки под броней;
- Шв – выпрессованный ПВХ защитный шланг.

Конструкция данного кабеля приведена на рисунке 1.1. Технические параметры кабеля приведены в таблице 1.1.

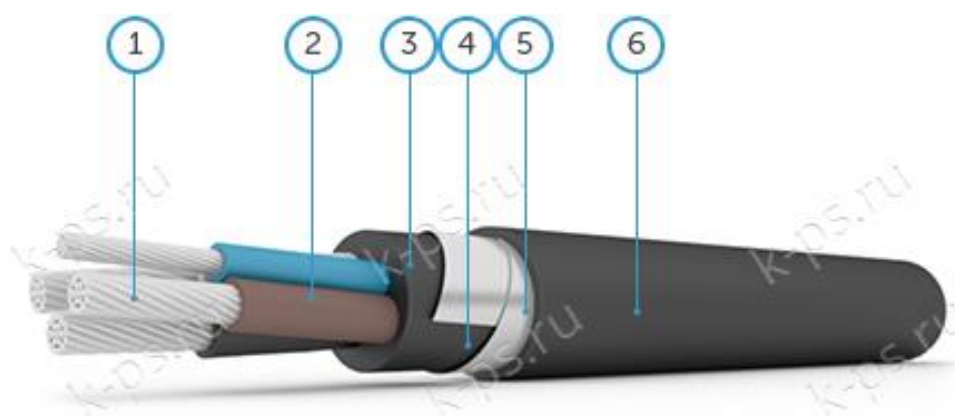


Рисунок 1.1 – Конструкция кабеля АВБбШв-3х120+1х70 (1 – алюминиевая токопроводящая жила; 2 – изоляция из ПВХ пластиката; 3 – заполнение из ПВХ пластиката; 4 – внутренняя оболочка из ПВХ пластиката; 5 – броня из стальных оцинкованных лент; 6 – защитный шланг из ПВХ пластиката) [32]

Длина питающего кабеля составляет ориентировочно 200 м. Схема подключения УЛК к ТП приведена на рисунке 1.2.

Приборы учета, а также другие СИ в распределительном устройстве отсутствуют.

Таблица 1.1 - Технические характеристики кабеля АВББШВ-3х120+1х70 [32]

Параметр	Значение
Номинальное переменное напряжение	до 1 кВ
Номинальная частота	50 Гц
Класс пожарной безопасности	О1.8.2.5.4
Температура окружающей среды при эксплуатации кабеля	[-50;50] °С
Длительно допустимая температура нагрева токопроводящих жил кабеля	70°С
Температура нагрева токопроводящих жил кабеля при перегрузке	90°С
Предельная температура при КЗ	140°С
Конструкция жилы	многопроволочная
Индуктивное сопротивление (удельное)	0,0602 Ом/км
Активное сопротивление фазного проводника (удельное)	0,27 Ом/км
Активное сопротивление нулевого проводника (удельное)	0,46 Ом/км
Длительно допустимый ток (воздух/земля)	302/317 А
Максимальный допустимый ток (воздух/земля)	341/367 А
Допустимый ток односекундного короткого замыкания	8,66 кА

На вводе установлен автоматический трехполюсный выключатель ВА88-35 200А 35кА РЭ2000А (производитель ИЕК). Количество отходящих групп – 6. На отходящих линиях установлены трехфазные автоматические выключатели 100 А С ВА47-100 С 10кА. Трехфазная схема ВРУ представлена на рисунке 1.3.

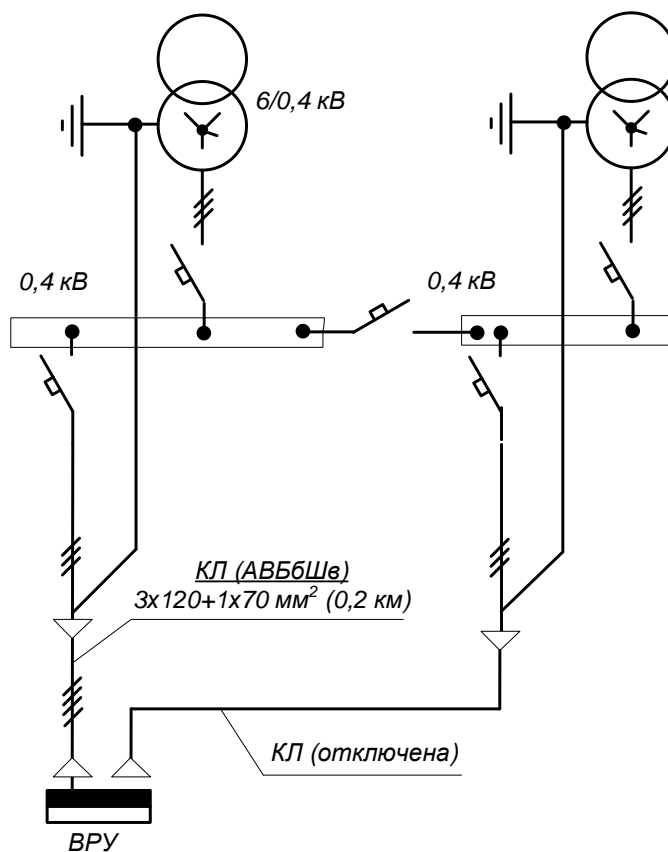


Рисунок 1.2 – Однолинейная схема подключения УЛК к ТП 6/0,4 кВ

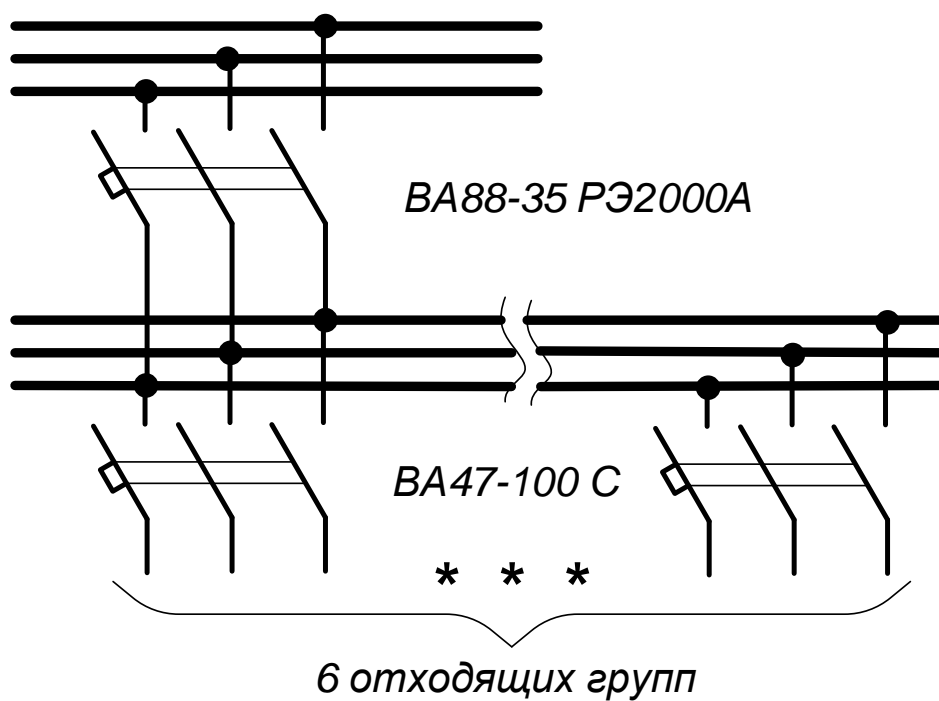


Рисунок 1.3 – Трехфазная схема ВРУ

На вводе, а также в цепи отходящих групп установлена алюминиевая ошиновка. Автоматические выключатели подключены к ошиновке круглыми алюминиевыми проводниками в ПВХ изоляции.

1.3 Анализ проблематики повышения эффективности системы теплоснабжения УЛК.

1.3.1 Переход к индивидуальным тепловым пунктам с независимой схемой подключения.

Большим шагом к снижению энергопотребления в системах теплоснабжения стало использование индивидуальных тепловых пунктов вместо центральных тепловых сетей, обширно распространённых в советском и постсоветском пространстве.

Индивидуальный тепловой пункт (далее ИТП) – комплекс устройств, с помощью которых осуществляется распределение теплоносителя и тепловой энергии в системах отопления и горячего водоснабжения конкретного потребителя (здания). Индивидуальный тепловой пункт представляет из себя комплекс устройств, расположенный в обособленном помещении (как правило, в подвале здания), состоящий из элементов тепловых энергоустановок, которые обеспечивают присоединение контура системы отопления и контура горячего водоснабжения к централизованной тепловой сети, управление режимами теплопотребления, регулирование температуры теплоносителя и распределение теплоносителя по контурам потребления.

Индивидуальный тепловой пункт имеет следующие виды тепловых нагрузок:

– Система горячего водоснабжения (ГВС) предназначена для снабжения потребителей горячей водой;

– Система отопления (СО) предназначена для обогрева помещений, с целью поддержания в них заданной температуры воздуха. Различают зависимые и независимые схемы присоединения систем отопления;

– Систему вентиляции, которая обеспечивает подогрев воздуха, поступающего в вентиляционные системы зданий.

Индивидуальный тепловой пункт обеспечивает:

– автоматическое регулирование потребления тепловой энергии в зависимости от температуры наружного воздуха;

– автоматическое поддержание расчётной температуры воды в системе ГВС;

– контроль температуры обратной сетевой воды.

В настоящее время в нашей стране осуществляется переход на ИТП, которые позволяют обеспечить регулирование и учет теплоснабжения на каждом конкретном объекте.

Теплоснабжение от групповых или автономных (пристроенных или крышных) газовых котельных становится неконкурентоспособным при сосредоточенной тепловой нагрузке. На отдельных удаленных участках застройки сооружение котельной может быть оправдано, хотя и в этих случаях оно должно быть сопоставлено со строительством мини-ТЭЦ, использующих компактные газотурбинные установки или газопоршневые двигатели для одновременной выработки тепловой и электрической энергии.

Основными направлениями регулирования расхода тепловой энергии и совершенствования систем централизованного теплоснабжения, которые приводят к значительной экономии тепла, являются:

– осуществление автоматического регулирования расхода тепловой энергии как на центральных тепловых пунктах (ЦТП), так и на вводе в зданиях в индивидуальных тепловых пунктах, т. е. автоматизация тепловых пунктов;

– постепенный отказ от ЦТП и перенос оборудования приготовления горячей воды на бытовые нужды в здания (переход на ИТП);

– регулирование температуры теплоносителя, в связи с этим эффективности автоматического регулирования отопления (пофасадное авторегулирование и авторегулирование с коррекцией по температуре внутреннего воздуха, учитывающие индивидуальные особенности здания, оснащение отопительных приборов термостатами – индивидуальными автоматическими регуляторами теплового потока).

Актуальным является переход от ЦТП к ИТП, расположенным в отапливаемом здании. Это решение, помимо повышения эффективности авторегулирования отопления, позволяет отказаться от распределительных сетей горячего водоснабжения, а также снизить потери тепла при транспортировке и расход электроэнергии на перекачку бытовой горячей воды.

Переход на систему теплоснабжения с ИТП целесообразен не только в новом строительстве, но в существующих микрорайонах, где из-за выработки ресурса требуется замена внутриквартальных сетей и оборудования ЦТП.

Подобные решения по реконструкции применены, в частности, в Германии. В восточных землях (бывшей ГДР), где применены системы теплоснабжения с ЦТП, последние оставляют как водопроводные подкачивающие станции, демонтируя тепломеханическое оборудование. Внутриквартальные трубопроводы системы горячего водоснабжения отключают, а по трубопроводам отопления подают перегретую воду в каждый дом. В тепловых пунктах зданий устанавливают теплообменное оборудование, малошумные насосы, системы авторегулирования и учета тепловой энергии и воды. Такое решение, по сравнению с ЦТП и многотрубными сетями от них, дает экономический эффект до 25 %, повышает надежность и комфортность теплоснабжения.

При ИТП, когда подготовка горячей воды осуществляется централизованно для всего дома в теплообменниках, установленных в этом тепловом пункте, для измерения расхода воды, потребляемой системой горячего водоснабжения, достаточно установить один водосчетчик, а расход

тепловой энергии определяется по разности показаний теплосчетчиков, устанавливаемых на сетевой воде на вводе в ИТП и поступающей на отопление.

Исходя из всего вышесказанного можно отметить следующие преимущества индивидуальных тепловых пунктов:

- снижение эксплуатационных затрат на 40 - 60 %;
- высокая экономичность;
- многолетний опыт эксплуатации показал, что современные ИТП в целом потребляют теплоэнергии до 30 % ниже существующих без автоматизации процессов;
- точная наладка и выбор режимов теплопотребления и теплоснабжения приводит к снижению потерь теплоэнергии до 15 %;
- компактность: габариты современных индивидуальных тепловых пунктов зависят от тепловой нагрузки. Занимаемая площадь при компактном размещении составляет 25 - 30 м² при нагрузке до 2 Гкал/час;
- бесшумность работы;
- возможность установки в малогабаритных подвальных помещениях как вновь строящихся, так и существующих зданий;
- полная автоматизация: не требует высококвалифицированного обслуживающего персонала; обеспечивает эффективное энергосбережение и комфорт в помещении; позволяет проводить погодную компенсацию, устанавливать режимы работы в зависимости от времени суток, использовать режимы праздничных и выходных дней.

1.3.2 Наиболее распространенные схемы тепловых пунктов

Схема индивидуального теплового пункта представляет собой комплекс оборудования, которое делится на несколько узлов. Это вводный трубопровод, теплообменники, насосы и трубопровод обратного хода теплоносителя. Существуют зависимая и независимая схема присоединения.

При зависимой схеме присоединения зачастую используют элеваторный узел. Элеваторный узел используется для смешивания перегретой воды, поставляемой городской теплосетью, с водой поступающей из обратного трубопровода системы отопления, что в конечном итоге позволяет получить достаточное количество теплоносителя без чрезмерного расхода воды. Отличие независимой схемы в том, что теплоноситель, поступающий в здание из котельной или ЦТП, отдаёт тепловую энергию воде систем отопления и горячего водоснабжения при помощи теплообменника, а не поступает в эти системы напрямую.

Оборудование индивидуального теплового пункта, при подключении системы отопления по зависимой схеме присоединения, проще и дешевле, чем при независимой. Но из-за постоянного смешивания теплоносителя, поставляемого от городских теплосетей, с водой из обратного трубопровода системы отопления будет получен ряд негативных явлений, таких как перепады давления и температуры в системе отопления.

В современных зданиях используют независимую схему присоединения, что позволяет избежать перепадов температуры и давления в системе отопления. Также независимая схема присоединения систем отопления зданий позволяет снизить нагрузку на городскую теплосеть.

1.3.3 Принцип работы закрытой системы ИТП

Из подающей линии тепловой сети теплоноситель проходит через теплообменный аппарат, в котором она нагревает вторичный теплоноситель, циркулирующий в отопительной установке абонента. Отдав тепло в нагревательных приборах абонента, теплоноситель возвращается в обратную линию тепловой сети. Циркуляция воды в местной отопительной установке осуществляется насосом. Подпитка системы осуществляется холодной водой из водопровода, через регулятор давления задачей которого является поддержание заданного постоянного давления на абонентском вводе, вода проходит через подогреватель, в котором она нагревается сетевой водой, и затем поступает в местную систему горячего водоснабжения.

Водопроводная вода, поступающая в установки горячего водоснабжения, при закрытой системе теплоснабжения, не имеет прямого контакта с сетевой водой, так как подогрев водопроводной воды осуществляется на центральных тепловых пунктах в поверхностных теплообменных аппаратах.

Преимущество закрытой системы – гидравлическая изолированность водопроводной воды, поступающей в установки горячего водоснабжения, от воды, циркулирующей в тепловой сети. С гидравлической изолированностью водопроводной воды от сетевой установки горячего водоснабжения, чрезвычайно просты: санитарный контроль системы благодаря короткому пути прохождения водопроводной воды от ввода в здание до водоразборного крана и контроль герметичности теплофикационной системы, который проводится по расходу подпитки.

Прирост объема воды, образующийся при ее нагреве в замкнутом контуре системы отопления, принимают расширительные баки, которые при последующем охлаждении вернут саккумулированную во время нагрева воду – назад в систему. Для защиты системы отопления и оборудования теплового пункта от превышения давления выше допустимых значений – в ИТП предусматривается установка предохранительного клапана.

1.3.4 Компоновка теплового пункта.

Узел ввода начинается с головных задвижек на прямом и обратном сетевых трубопроводах. Как правило, перед головными задвижками проходит «граница проектирования» тепловых пунктов.

Далее, за головными задвижками размещается узел учета расхода тепловой энергии и теплоносителя. В обязательном порядке в узле учета должны использоваться два расходомера – на прямом и обратном сетевых трубопроводах. Кроме того, расходомер должен устанавливаться на линии подпитки систем отопления и вентиляции и каких-либо других систем с замкнутым контуром, которые могут использовать тепло сети в тепловом

пункте, если принято независимое присоединение этих систем к тепловой сети.

Узлы учета тепловой энергии, должны быть в любом тепловом пункте – либо для коммерческого учета расхода тепловой энергии и теплоносителя, либо для технологического учета, позволяющего контролировать рациональное использование тепловой энергии и теплоносителя.

Между головными задвижками и узлом учета не должно быть никаких приборов и отборных устройств, кроме отбора подпиточного теплоносителя из обратного сетевого трубопровода.

На прямом сетевом трубопроводе после головных задвижек должны быть грязевики и фильтры, а также манометры, как на прямом, так и на обратном трубопроводах для контроля давления в сети. Все другое оборудование должно размещаться только после узлов учета, то есть учет расхода тепловой энергии и теплоносителя, подаваемого в тепловой пункт из сети, должен быть реальным. Грязевик или фильтр (или и то и другое на обратном сетевом трубопроводе) на узле ввода размещаются перед приборами узла учета со стороны теплового пункта.

Если теплоноситель подается в тепловой пункт из тепловой сети, то за узлом учета по прямому потоку теплоносителя в обязательном порядке следует устанавливать регулятор разности давлений для поддержания постоянной разности давлений между прямым и обратным сетевым теплоносителем.

Смысл установки регулятора разности давлений заключается в том, что, поддерживая постоянную заданную разность давлений, обеспечивается более точное распределение теплоносителя в сети, исключается возможность использования более мощными потребителями тепла большего количества теплоносителя в холодное время года за счет менее мощных. Кроме того, постоянная заданная разность давлений стабилизирует поток теплоносителя в системах теплового пункта, что обеспечивает повышение качества регулирования заданных параметров.

Далее, после узла ввода к сетевым трубопроводам присоединяется система водоподготовки для калориферов приточных вентиляционных систем и калориферов первого подогрева центральных кондиционеров.

Поддержание температурных параметров теплоносителя для калориферов приточных вентиляционных систем и для калориферов первого подогрева центральных кондиционеров должно выполняться по температурному графику в зависимости от температуры наружного воздуха и с контролем температуры обратного сетевого теплоносителя – в обязательном порядке, если теплоноситель поступает из городской сети.

Чем больше присоединено к котельной потребителей, тем больше необходимость в контроле температуры обратного сетевого теплоносителя. Схема подключения теплоносителя к системе вентиляции строится и автоматизируется так же, как и для систем отопления с независимым присоединением.

Смысл такого контроля обратного сетевого теплоносителя заключается в том, что не исключены случаи, особенно в переходные периоды с зимы на весну и с осени на зиму, когда обратный сетевой теплоноситель в тепловом пункте может иметь завышенную температуру по сравнению с требованиями температурного графика. Это возможно потому, что разность температур наружного воздуха между ночью и днем может быть достаточно значительной и ночью необходимо подавать из сети в тепловые пункты теплоноситель с более высокой температурой, но, поскольку емкость тепловой сети велика, то, несмотря на то, что источнику теплоснабжения уже поступила команда понизить температуру сетевого теплоносителя с повышением температуры наружного воздуха, порция теплоносителя с завышенной для этого момента температурой еще в тепловой сети.

Поэтому температура обратного сетевого теплоносителя в тепловом пункте, после отдачи необходимого количества тепла потребителям, может быть выше требуемой по температурному графику. На этот момент необходимо переключиться на поддержание температуры обратного

теплоносителя, что будет способствовать более быстрому выходу источника теплоснабжения на требуемый в данный момент времени режим поддержания температуры сетевого теплоносителя.

У всех электронных регуляторов, предназначенных для работы по температурному графику для регулирования температурных параметров теплоносителя в системах вентиляции и отопления, в программе уже заложено автоматическое переключение при соответствующих создавшихся условиях с поддержанием температуры теплоносителя, подаваемого потребителю, на поддержание температуры обратного сетевого теплоносителя и обратно. У свободно программируемых контроллеров это необходимо учитывать при программировании.

Датчик температуры, предназначенный для контроля и регулирования температуры теплоносителя в системе поддержания температурных параметров теплоносителя по сетевому температурному графику, должен устанавливаться в обратном сетевом трубопроводе сразу после теплообменника. Это относится как к системе теплоснабжения калориферов приточных вентиляционных систем, так и к системе отопления, присоединенной к теплосети по независимому способу.

Циркуляционные насосы для системы теплоснабжения калориферов приточных вентиляционных систем, как правило, следует применять с частотным преобразователем, поскольку не все приточные вентиляционные системы могут работать одновременно, а давление в системе (точнее – разность давлений) должно быть величиной постоянной.

В этом случае должна поддерживаться разность давлений между подающим и обратным трубопроводами системы при изменении количества теплоносителя, поступающего к потребителям, то есть к калориферам. Контроль разности давлений в данном случае эквивалентен контролю расхода. При включении или выключении систем изменяется сопротивление сети, следовательно, при постоянной разности давлений изменяется

количество теплоносителя (скорость протекания) в системе. Компенсация «лишнего» теплоносителя обеспечивается пневмобаком в системе подпитки.

Далее к сетевым трубопроводам могут быть присоединены теплообменники для второго подогрева систем кондиционирования воздуха со своими циркуляционными насосами. Поскольку для второго подогрева систем кондиционирования воздуха, требуется теплоноситель с постоянной заданной температурой, то регулирование этой температуры производится уже не по температурному графику, а просто датчик температуры устанавливается на трубопроводе, подающем подогретый теплоноситель циркуляционного контура к потребителю.

Следует иметь в виду, что все датчики, которые участвуют в процессе регулирования (а не защиты), должны устанавливаться как можно дальше от теплообменников, насколько может позволить помещение теплового пункта. Чем больше емкость объекта регулирования (от источника регулирующего воздействия до датчика), тем меньше будет соотношение между временем запаздывания и постоянной времени регулирования, что обеспечит более устойчивое регулирование параметров.

1.3.5 Использование систем автоматизации в ИТП.

В современных тепловых пунктах используют системы автоматизации. Они предназначены для непрерывного управления и контроля работы оборудования ИТП, получение аварийных сообщений и сброс аварий после их устранения и отображение этих сведений на панели оператора. Управление включением/выключением оборудования, изменение режимов работы и установок с панели оператора.

Автоматизированные ИТП в сочетании с индивидуальным автоматическим регулированием теплоотдачи отопительных приборов позволяют полностью осуществить в зданиях мероприятия по экономии тепла, воды, электроэнергии на перекачку, а также получить снижение затрат на прокладку трубопроводов систем тепловодоснабжения. Наличие малошумных циркуляционных насосов, компактных теплообменников и

приборов авторегулирования подачи и учета тепла позволяют успешно решить эту задачу. Отказ от ЦТП и управление регулированием подачей тепла на отопление и горячее водоснабжение в ИТП, помимо прочего, приводит к сокращению потерь тепла теплопроводами и к снижению расхода электроэнергии на перекачку теплоносителя.

Основная функция данной системы – мониторинг состояния и управление следующим оборудованием:

- циркуляционные насосы систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения (по паре насосов на каждую систему, работающих по схеме «основной-резервный» с ротацией раз в 12 часов) с датчиками перепада давления;

- клапана запорно-регулирующие систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения, а также подпитки системы отопления;

- датчики температуры и давления на прямом и обратном трубопроводе систем отопления, вентиляции, горячего водоснабжения, теплосети, подачи холодной воды и температуры наружного воздуха

В результате внедрения мы получаем:

- Полная автоматизация работы индивидуального теплового пункта. Регулирование температуры воды во всех контурах и давления в контуре отопления подпиткой;

- Автоматическое изменение уставок температуры в контурах ИТП по графикам в зависимости от температуры наружного воздуха;

- Возможность регулировать обратную температуру теплосети корректируя уставки на контурах;

- Возможность изменения графиков зависимости уставок в контурах от температуры наружного воздуха;

- Удобство управления и контроля за работой ИТП;

- Журнал аварий и ошибок.

Результаты и выводы по разделу

1. Определено, что согласно нормативной документации перед образовательными учреждениями остро стоит задача повышения собственной энергетической эффективности и, соответственно, снижения платежей за коммунальные услуги. Одним из способов снижения платежей за электроэнергию является повышение эффективности системы внутреннего электроснабжения за счет снижения потерь и повышения качества энергопотребления.
2. В качестве одной из частных задач определена необходимость в оценке качества электрической энергии на вводе в обследуемый объект. Выделены следующие ПКЭ для оценки: отклонение частоты; установившееся отклонение напряжения; уровень несимметрии и несинусоидальности напряжений.
3. С целью оценки эффективности работы системы внутреннего электроснабжения объекта выявлена необходимость исследования режима электропотребления. В частности выявлена необходимость исследования графика нагрузки объекта, а также степени несинусоидальности и несимметрии потребляемых токов. Также определена необходимость оценки степени участия обследуемого объекта в формировании картины несимметрии и несинусоидальности в питающей сети.
4. Визуальный осмотр позволил выявить схему ВРУ, а также определить предполагаемую марку питающего кабеля АВБбШв-3х120+1х70.
5. Перед УЛК стоит задача о снижении платежей и повышении эффективности использования энергоресурсов. Одним из способов повышения энергетической эффективности системы теплоснабжения, является установка ИТП с независимой схемой подключения. В данный момент в УЛК теплоснабжение здания происходит по

зависимой схеме с элеваторным узлом.

6. В современных тепловых пунктах используют системы автоматизации. Они предназначены для непрерывного управления и контроля работы оборудования ИТП. При использовании таких систем значительно повышается качество тепловой энергии.
7. Таким образом, в ходе данной работы необходимо будет провести обследование действующей системы теплоснабжения, выполнить расчет тепловых нагрузок и подготовить перечень необходимых мероприятий для повышения эффективности тепловой энергии.

2. ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Обоснование методики обследования системы электроснабжения

2.1.1 Методика оценки ПКЭ

Оценка ПКЭ выполнялась в соответствии со стандартом [30]. В процессе исследований определялись следующие показатели:

- отклонение частоты Δf ;
- установившееся отклонение напряжения δU_y ;
- коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности K_{2U} ;
- коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности K_{0U} ;
- суммарный коэффициент высших гармонических составляющих THD_U ;
- коэффициент n -й гармонической составляющей $THD_{U(n)}$.

Для оценки энергопотребления в рамках данной работы было принято решение об исследовании следующих процессов:

- выявление суточных графиков нагрузки по активной и реактивной мощностям;
- определение суточных графиков мощности искажения в области несимметрии по обратной и нулевой последовательностям;
- выявление мощности искажения со стороны потребителя в области высших гармонических составляющих.

Отклонение частоты, согласно [30] определяется за каждый 10-секундный интервал в течение срока измерения и выражается в абсолютных единицах:

$$\Delta f = f_m - f_{ном}, \quad (2.1)$$

где f_m - измеренное значение частоты за 10-секундный период; $f_{ном}$ - номинальная частота сети.

На основе полученной статистики определялся 95 %-й порог области существования данного ПКЭ. Согласно [30] данный показатель в синхронизированных системах электроснабжения не должен превышать $\pm 0,2$ Гц в течение 95% времени и $\pm 0,4$ Гц в течение 100% времени.

Установившееся отклонение напряжения определяется в процентном отношении по формуле:

$$\delta U = \frac{U - U_{ном}}{U_{ном}} \times 100\%. \quad (2.2)$$

На основе полученной статистики определялся 95 %-й порог области существования данного ПКЭ. Согласно [30] данный показатель в синхронизированных системах электроснабжения не должен превышать ± 5 % в течение 95% времени и ± 10 % в течение 100% времени.

Несимметрия напряжений оценивается по следующим показателям:

- коэффициентом несимметрии напряжений по обратной последовательности;
- коэффициентом несимметрии напряжений по нулевой последовательности.

Коэффициенты нулевой k_{0U} и обратной k_{2U} последовательностей напряжений трехфазной системы, в процентах, вычисляют по формулам:

$$k_{0U} = \frac{U_0}{U_{ном.ф}} \cdot 100; \quad (2.3)$$

$$k_{2U} = \frac{U_2}{U_{ном.мф}} \cdot 100, \quad (2.4)$$

где U_0, U_2 – расчетное (измеренное) значение напряжений нулевой и обратной последовательностей соответственно, В, кВ; $U_{ном.ф}(U_{ном.мф})$ - номинальное значение фазного (междуфазного) напряжения, В, кВ.

Допускается вычислять данные ПКЭ по формуле:

$$k_{0U} = \frac{\sqrt{3}U_0}{U_1} \cdot 100; \quad (2.5)$$

$$k_{2U} = \frac{U_2}{U_1} \cdot 100, \quad (2.6)$$

где U_1 - действующее значение напряжения прямой последовательности основной частоты, В, кВ.

Нормально допустимое и предельно допустимое значения коэффициента несимметрии напряжений по нулевой последовательности в точках общего присоединения к четырехпроводным электрическим сетям с номинальным напряжением 0,38 кВ равны 2,0 и 4,0 % соответственно.

Нормально допустимое и предельно допустимое значения коэффициента несимметрии напряжений по обратной последовательности в точках общего присоединения к электрическим сетям равны 2,0 и 4,0 % соответственно.

Несинусоидальность напряжений оценивается по следующим показателям:

- коэффициент гармонических составляющих напряжения до 40-го порядка $THD_{U(n)}$ в процентах от напряжения основной гармоники $U_{(1)}$ (для каждой гармонической составляющей отдельно);

- значением суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения (отношения действующего значения суммы всех высших

гармоник до 40-го порядка к действующему значению основной гармоники)
 THD_U , %.

Нормируемые значения суммарных коэффициента гармонических составляющих напряжения приведены в таблицах 2.1 и 2.2.

Таблица 2.1 – Нормально допустимые значения суммарных коэффициентов гармонических составляющих напряжения

Значения суммарных коэффициентов гармонических составляющих			
Напряжение электрической сети, кВ			
0,38	6-25	35	110-220
8,0	5,0	4,0	2,0

Таблица 2.2 – Максимально допустимые значения суммарных коэффициентов гармонических составляющих напряжения

Значения суммарных коэффициентов гармонических составляющих			
Напряжение электрической сети, кВ			
0,38	6-25	35	110-220
12,0	8,0	6,0	3,0

Расчет данных показателей производится в соответствии с ГОСТ 30804.4.7-2013 [34] на основе стандарта IEC 61000-4-7:2009 [35], т.е. посредством спектрального разложения сигнала напряжения с использованием преобразования Фурье (ПФ). Формулы расчета коэффициента выглядят следующим образом:

$$THD_U = \frac{\sqrt{\sum_{i=2}^n U_i^2}}{U_1} \cdot 100\%; \quad (2.7)$$

$$THD_{U(i)} = \frac{U_i}{U_1} \cdot 100\%; \quad (2.8)$$

где U_i – действующее значение i -й гармоники; U_1 – действующее значение 1-й (основной) гармоники.

Таким образом, суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения представляет собой отношение действующего значения ВГ к действующему значению основной гармоники (ОГ). При этом оценка ограничена 40-й гармоникой. Коэффициент n-й гармонической составляющей также является отношением (в процентах) действующего значения рассматриваемой ВГ к действующему значению ОГ.

2.1.2 Методика проведения измерений

К основным измеряемым режимным параметрам в данной работе отнесены: частота сети; фазные и междуфазные напряжения; фазные токи и ток нулевого провода; активные и реактивные мощности по фазам.

Измерения в указанной сети производились при помощи анализатора количества и качества электроэнергии AR5.M (производитель Circutor, Испания). Анализаторы серии AR5 являются программируемыми приборами, которые измеряют, вычисляют и сохраняют в памяти основные параметры трехфазных электрических сетей. Внешний вид прибора показан на рисунке 2.1.

Измерения при помощи трех входов по напряжению переменного тока и трех входов по току переменного тока (через клещи 200 А/2 В переменного тока), которые обеспечивают одновременный анализ напряжения, тока и активной мощности для трех фаз, а также частоты, в определенной питающей сети (рисунок 2.2).

Вычисления при помощи встроенного процессора, который вычисляет остальные электрические параметры, такие как: коэффициент мощности, индуктивная или емкостная мощность трех фаз, активная и реактивная (индуктивная и емкостная) энергии.



Рисунок 2.1 – Внешний вид анализатора AR5.M с токоизмерительными клещами на 200 А

Сбор данных во внутреннюю память (1 МБ в соответствии с моделью) для дальнейшей загрузки в компьютер. Измеренные и вычисленные данные периодически сохраняются в такой памяти через определенный пользователем интервал времени (от 1 с до 4 ч).

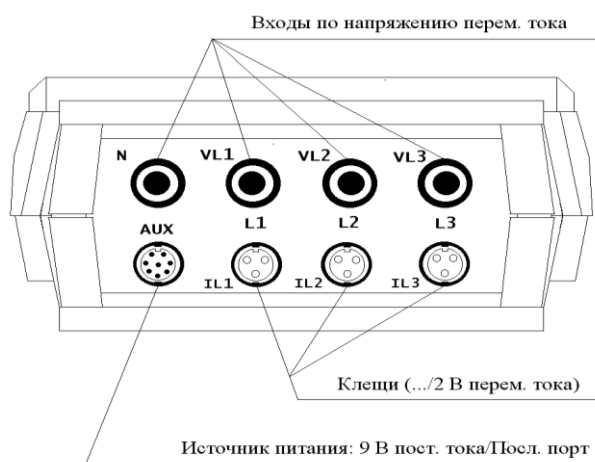


Рисунок 2.2 – Вид панели подключения анализатора AR5

Измеряемые и вычисляемые параметры:

1) Единичные мгновенные значения (L_1, L_2, L_3):

- единичное напряжение трех фаз (U_1, U_2, U_3), значение RMS (среднеквадратичное значение):

$$U_N = U_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \int u^2(t) dt}; \quad [U_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_1^N (u)^2}]; \quad (2.9)$$

- ток трех фаз (I_1, I_2, I_3), значение RMS:

$$I_N = I_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \int i^2(t) dt}; \quad [I_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_1^N (i)^2}]; \quad (2.10)$$

- активная мощность трех фаз (P_1, P_2, P_3):

$$P_N = \frac{1}{T} \int u(t) \times i(t) dt; \quad [P = \frac{1}{N} \sum_1^N u \times i]; \quad (2.11)$$

- коэффициент мощности ($\cos \varphi$) трех фаз:

$$PF_N = \frac{P_N}{I_{RMS} \times U_{RMS}}; \quad (2.12)$$

- реактивная мощность трех фаз (индуктивная и емкостная) – значение, измеренное при смещении токового сигнала на 90° относительно напряжения:

$$Q_N = \frac{1}{T} \int u(t) \times i(t + \pi/2) dt; \quad (2.13)$$

- частота: f (Гц) измеряется на фазе напряжения L_1 .

2) Мгновенные значения по трем фазам:

- среднее напряжение по трем фазам:

$$U_{avg} = \frac{U1_{RMS} + U2_{RMS} + U3_{RMS}}{3}; \quad (2.14)$$

- средний ток по трем фазам:

$$I_{avg} = \frac{I1_{RMS} + I2_{RMS} + I3_{RMS}}{3}; \quad (2.15)$$

- общая активная мощность по трем фазам:

$$P_t = P_1 + P_2 + P_3; \quad (2.16)$$

- коэффициент мощности трех фаз:

$$PF_{avg} = \frac{P_t}{S_t} = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{I1_{RMS} \times U1_{RMS} + I2_{RMS} \times U2_{RMS} + I3_{RMS} \times U3_{RMS}}; \quad (2.17)$$

- общая реактивная мощность по трем фазам: Q_t (индуктивная и емкостная):

$$Q_t = Q_1 + Q_2 + Q_3; \quad (2.18)$$

Данный прибор позволяет проводить измерения, как в трехфазных сетях (с нулевым проводом и без него), так и в однофазных сетях. Основные схемы подключения данных приборов показаны на рисунках 2.3 и 2.4.

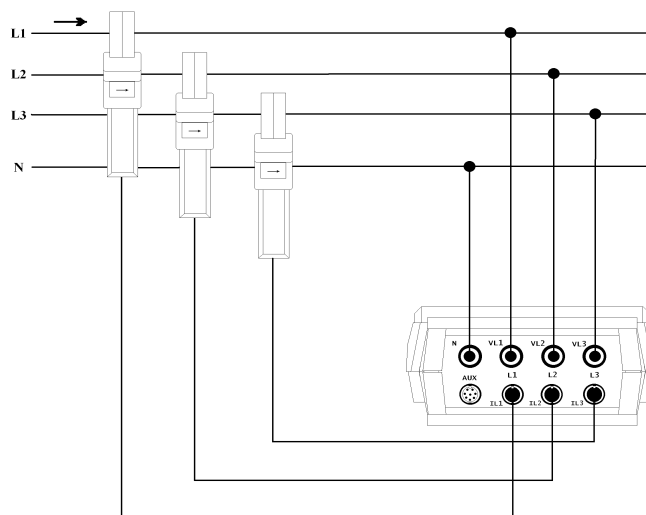


Рисунок 2.3 – Схема подключения анализатора к трехфазной сети с нулевым проводом

Схема трехфазного подключения (рисунок 2.3) применяется для сетей с нулевым проводом. Ток нулевого провода в этом случае определяется аналитически по 1-му закону Кирхгофа. Схема Арона (рисунок 2.4) применяется в сетях, не имеющих нулевого провода. При использовании данной схемы измеряются только токи двух фаз, а ток третьей фазы также рассчитывается по закону Кирхгофа.

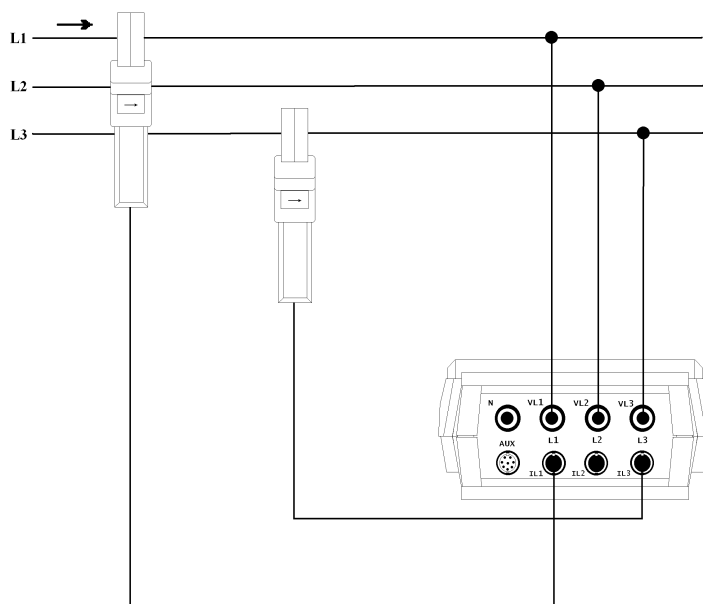


Рисунок 2.4 – Схема подключения анализатора к трехфазной сети с изолированной нейтралью

Для измерения степени несинусоидальности напряжений в приборе реализован алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ), позволяющий определять суммарный коэффициент высших гармонических составляющих. Однако при этом прибор в используемой комплектации не позволяет определять параметры отдельных ВГ. Поэтому для оценки коэффициента n -й гармонической составляющей данный анализатор не использовался.

Для проведения детального спектрального анализа токов и напряжений необходимо произвести достаточно точные измерения мгновенных значений токов и напряжений с относительно высокой частотой дискретизации [36]. Так для определения параметров 40-й гармоники в спектре тока или напряжения с основной частотой равной 50 Гц, частота дискретизации в соответствии с принципом Найквиста [37] должна быть выше 2 кГц.

В качестве основного измерительного комплекса при оценке мгновенных значений была применена установка на базе системы сбора данных NI cDAQ-9172 с подключенными модулями NI 9225 и NI 9227. Внешний вид установки для измерения и сбора данных приведен на рисунке 2.5.

Система сбора данных NI cDAQ-9172 вмещает до восьми модулей ввода/вывода и подключается к компьютеру по Hi-Speed USB-интерфейсу [38]. NI cDAQ-9172 обеспечивает достаточно простое (plug-and-play) подключение шины USB для проведения измерений электрических сигналов. Простота использования в сочетании с высокой производительностью и гибкостью модульных приборов, NI cDAQ обеспечивает реализацию быстрых и точных измерений. При использовании программного обеспечения NI появляется возможность быстрого конфигурирования необходимой системы сбора данных, а также реализовать автоматизированную систему. Модульный принцип построения измерительных систем на базе NI cDAQ позволяет проводить измерения сигналов по 256 каналам в пределах одной системы [38]. Индивидуальная изоляция каждого модуля, а также гальваническая развязка каналов измерений обеспечивают быстрые и безопасные измерения. Основные характеристики системы NI cDAQ приведены в таблице 2.3.



Рисунок 2.5 – Внешний вид системы измерения мгновенных значений токов и напряжений

Используемые модули построены на базе 24-разрядных сигма-дельта АЦП, позволяющие проводить оцифровку входных сигналов с частотой дискретизации до 50 кГц. Основные технические характеристики указанных модулей приведены в таблице 2.4.

Таблица 2.3 – Характеристики системы сбора данных NI cDAQ-9172 [38].

Шасси	cDAQ-9172
Слотов	8
Подключение к ПК	Hi-Speed USB
Каналов на шасси	До 256 кан. аналог. вв., 32 кан. аналог. выв. или 64 цифр. вв./выв.
Разрядность оцифровки	До 24 бит
Скорость оцифровки	До 400 кГц на модуль
Пропускная способность при оцифровке	3.2 Мвыб./сек – общая пропускная способность на шасси

Таблица 2.4 – Технические характеристики измерительных модулей NI 9225 и NI 9227 [38]

Модуль	Назначение	Кол-во каналов	Диапазон измерений	Точность считывания*
NI 9225	Измерение напряжения	3	300 В (rms)	± 0,05 %
NI 9227	Измерение тока	4	5 А (rms)	± 0,1 %

*Точность приведена для калиброванного состояния измерений при диапазоне температур от 20 до 30°C

В модуле NI 9225 имеется три двухконтактных винтовых разъёма, каждый разъем обеспечивает подключение изолированного аналогового входного канала. Все три измерительных канала синхронизированы между собой. Каждый измерительный канал в схеме модуля имеет отдельный тракт и АЦП с общим тактовым (опорным) генератором. К измерительным каналам можно подключать как заземленные (гальванически связанные), так и плавающие (развязанные) сигналы.

Программная часть установки включало в себя среду графического программирования LabVIEW. В среде графического программирования LabVIEW на кафедре АЭС (автор: ст. преподаватель П.А. Звада) был создан лабораторный виртуальный прибор, позволяющий производить считывание оцифрованных сигналов с системы сбора данных NI cDAQ-9172, анализ

сигналов и сохранение результатов измерений и анализа в виде текстового файла.

Используемый виртуальный прибор совместно с системой сбора данных позволяет производить синхронизированные измерения мгновенных значений токов и напряжений. Результаты измерений экспортируются в текстовый файл в виде последовательностей единичных измерений мгновенных значений.

2.1.3 Методика оценки уровня несимметрии

Для определения напряжений соответствующих последовательностей требуется использование метода симметричных составляющих. Метод симметричных составляющих основан на представлении любой трехфазной системы величин в виде суммы трех симметричных систем величин называемых симметричными составляющими данной несимметричной системы. Эти системы отличаются друг от друга направлением векторов фаз, и называются системами прямой, обратной и нулевой последовательности [33].

Для этих систем имеем следующие соотношения:

$$B_1 = a^2 A_1, \quad C_1 = a A_1, \quad B_2 = a A_2, \quad C_2 = a^2 A_2,$$

где a – фазный множитель (оператор поворота):

$$a = e^{+j\frac{2\pi}{3}} = -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2},$$

$$a^2 = e^{-j\frac{2\pi}{3}} = -\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2}.$$

Умножение вектора на a соответствует повороту его против часовой стрелки на угол равный $2\pi/3$, умножение на a^2 – на $4\pi/3$. Выразим исходную несимметричную систему векторов A, B, C через векторы A_1, A_2, A_0 , получим:

$$\left. \begin{aligned} A &= A_1 + A_2 + A_0 \\ B &= a^2 A_1 + a A_2 + A_0 \\ C &= a A_1 + a^2 A_2 + A_0 \end{aligned} \right\}. \quad (2.19)$$

Получены три уравнения, из которых можно определить векторы A_1 , A_2 , A_0 , что определяет возможность разложения несимметричной системы векторов на три симметричные:

$$\left. \begin{aligned} A_0 &= \frac{1}{3}(A + B + C) \\ A_1 &= \frac{1}{3}(A + aB + a^2C) \\ A_2 &= \frac{1}{3}(A + a^2B + aC) \end{aligned} \right\}. \quad (2.20)$$

Разложение несимметричной системы на симметричные составляющие также можно выполнять и графически, один из способов графического разложения вытекает из указанных выше выражений и сводится к графическому выполнению указанных в этих выражениях операций, т.е. соответствующие повороты векторов с последующим графическим сложением. Однако применение этого способа влечет за собой достаточно большую погрешность определения симметричных составляющих, особенно при незначительной несимметрии.

Однако применение метода симметричных составляющих реализованного в рассмотренном виде с применением комплексных чисел достаточно трудоемкая задача, поскольку требует аналитического или инструментального определения угловых соотношений между напряжениями сети. Это также влечет за собой увеличение погрешности результата обусловленной погрешностями измерения угловых соотношений (при инструментальном их определении), либо накапливает информационную погрешность, обусловленную погрешностями измерения напряжений и

увеличением количества арифметических операций (при аналитическом определении углов).

Согласно [30] действующее значение напряжения прямой последовательности основной частоты вычисляется по формуле:

$$U_1 = \sqrt{\frac{1}{12} \left[\left(\sqrt{3}U_{BA} + \sqrt{4U_{CB}^2 - \left(\frac{U_{CB}^2 - U_{AC}^2}{U_{BA}} + U_{BA} \right)^2} \right)^2 + \left(\frac{U_{CB}^2 - U_{AC}^2}{U_{BA}} \right)^2 \right]}. \quad (2.21)$$

Действующее напряжение обратной последовательности вычисляют по формуле:

$$U_2 = \sqrt{\frac{1}{12} \left[\left(\sqrt{3}U_{BA} - \sqrt{4U_{CB}^2 - \left(\frac{U_{CB}^2 - U_{AC}^2}{U_{BA}} + U_{BA} \right)^2} \right)^2 + \left(\frac{U_{CB}^2 - U_{AC}^2}{U_{BA}} \right)^2 \right]}. \quad (2.22)$$

Действующее напряжение нулевой последовательности вычисляют по формуле:

$$U_0 = \frac{1}{6} \sqrt{\left[\frac{U_{CB}^2 - U_{AC}^2}{U_{BA}} - 3 \frac{U_B^2 - U_A^2}{U_{BA}} \right]^2 + \left[\sqrt{4U_{CB}^2 - \left(\frac{U_{CB}^2 - U_{AC}^2}{U_{BA}} + U_{BA} \right)^2} - \sqrt{4U_B^2 - \left(\frac{U_B^2 - U_A^2}{U_{BA}} + U_{BA} \right)^2} \right]^2}, \quad (2.23)$$

где U_{BA} , U_{CB} , U_{AC} - действующие значения междуфазных напряжений основной частоты, В, кВ; U_A , U_B - действующие значения фазных напряжений основной частоты.

2.1.4 Методика оценки уровня несинусоидальности

Поскольку в рамках данных исследований спектральный анализ производился на основе дискретных измерений тока и напряжения в качестве расчетного метода был принят алгоритм дискретного преобразования Фурье (ДПФ).

Алгоритм ДПФ основан на дискретизации непрерывных сигналов.

Пусть спектр сигнала $U(t)$, заданного на интервале T , ограничен верхней частотой F_B .

Тогда в соответствии с теоремой отсчетов Винера [37] такой сигнал может быть представлен своими дискретными значениями U_n ($n=0, 1 \dots N-1$), взятыми через интервалы времени $\Delta t = 1/2F_B$. Число дискретных значений – отсчетов сигнала будет равно $N = T/\Delta t$.

Тогда при условии дискретизации сигнала соотношение для расчета гармоник спектра:

$$C_k = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} U(t) e^{-jk\omega_1 t} dt,$$

следует записать в виде суммы, заменив:

$$\omega_1 = 2 \cdot \pi \cdot \frac{1}{N \cdot \Delta t};$$

$$t = n \cdot \Delta t;$$

$$T = N \cdot \Delta t;$$

$$c_k = \frac{1}{N \cdot \Delta t} \cdot \sum_{n=0}^{N-1} U_n \cdot \exp(-j \cdot k \cdot (2 \cdot \pi \cdot \frac{1}{N \cdot \Delta t}) \cdot n \cdot \Delta t) \cdot \Delta t.$$

Окончательно дискретное преобразование Фурье принимает вид:

$$c_k = \frac{1}{N} \cdot \sum_{n=0}^{N-1} U_n \cdot \exp(-j \cdot 2 \cdot \pi \cdot \frac{1}{N} \cdot k \cdot n). \quad (2.24)$$

Обратное преобразование Фурье выполняется по формуле:

$$U_n = \sum_{k=0}^{N-1} c_k \cdot \exp(+j \cdot 2 \cdot \pi \cdot \frac{1}{N} \cdot k \cdot n). \quad (2.25)$$

Для выполнения дискретного преобразования Фурье (прямого и обратного) при прямом использовании соотношений (2.24) и (2.25) потребуется N^2 операций комплексных умножений и сложений (операция умножения требует больших временных или аппаратных затрат по сравнению с операцией суммирования).

2.1.5 Методика статистической оценки ПКЭ

Для определения соответствия значений ПКЭ требованиям стандарта [30] проводят их измерения и статистическую обработку. Для всех нормируемых ПКЭ минимальный расчетный период составляет 24 ч, рекомендуемая общая продолжительность непрерывных измерений составляет 7 суток, включая и выходные дни. Оценку ненормируемых ПКЭ (провалы, перенапряжения, импульсы) проводят по результатам длительных наблюдений и их регистрации с помощью специализированных средств измерения (СИ).

Сущность статистической обработки результатов измерения нормируемых ПКЭ состоит в построении функций распределения ПКЭ. СИ позволяют измерить частоту попаданий значений ПКЭ в определенный интервал на всем диапазоне возможных значений. Такая суточная функция распределения в форме гистограммы приведена на рисунке 2.6. Вид гистограммы в общем случае для таких ПКЭ, как K_U , K_{2U} , K_{OU} , $K_{U(n)}$ показан на рисунке 2.6, а, а для таких как δU_y - на рисунке 2.6, б.

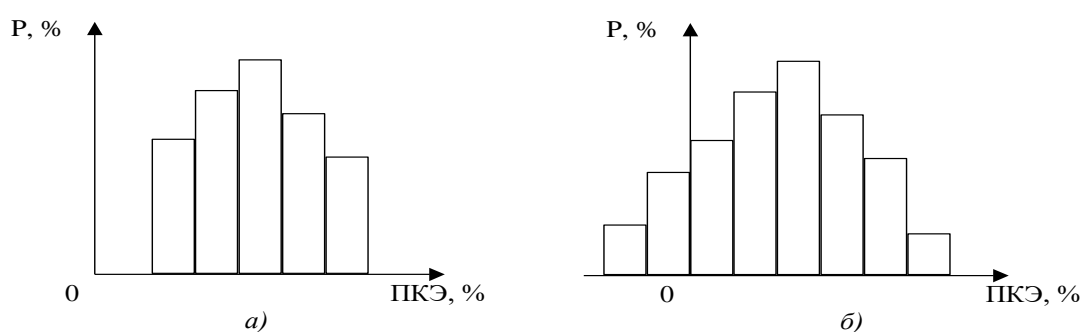


Рисунок 2.6 - Примерный вид гистограмм распределения ПКЭ на суточном интервале измерений

Для каждого нормируемого ПКЭ стандарт устанавливает нормально ПНД и предельно ППД допустимые значения. Оценку КЭ проводят по наибольшим значениям ПНБ для ПКЭ первой группы и по наибольшим и

наименьшим значениям ПКЭ второй группы. Для ПКЭ первой группы наибольшие значения, измеренные в течение 24 ч не должны превышать предельно допустимые значения, установленные в [30], а 95 % измеренных за то же время значений не должны превышать не допустимые значения. При указанных условиях требования стандарта выполняются. На рисунке 3 приведены результаты измерений ПКЭ, на основании которых можно утверждать, что стандарт выполняется или не выполняется. Для ПКЭ второй группы δU и Δf , для которых установлены как положительные, так и отрицательные допустимые значения, наибольшие измеренные в течение 24 ч значения не должны превышать, с учетом их знака, предельно допустимые, а верхнее (+) и нижнее (-) значения этих ПКЭ, в границах которых находятся 95 % измеренных значений, не должны превышать соответственно положительные и отрицательные нормально допустимые значения. При указанных условиях стандарт выполняется.

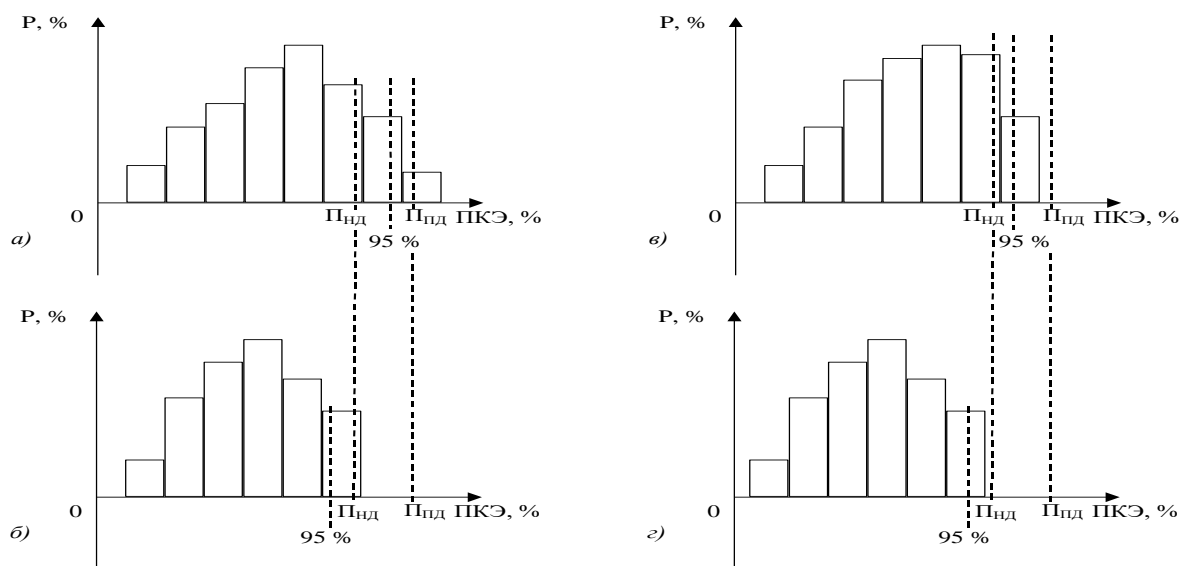


Рисунок 2.7 – Оценка соответствия значений ПКЭ стандарту (а, б - не соответствует; в, г – соответствует)

Относительное время оценивается по частоте попаданий измеренных значений за нормально T_1 и предельно T_2 допустимые значения и измеряется в процентах от общего количества измерений за 24 ч.

$$T_1 = \frac{n}{k}100; T_2 = \frac{m}{k}100,$$

где k - общее число измерений за 24 ч; n - число измерений, которые превосходят нормально допустимые значения; m - число измерений, которые превосходят предельно допустимые значения.

Удобство метода состоит в том, что при измерениях необходимо только подсчитывать количество (k, n, m) соответствующих событий. Такой подсчет проводится в реальном времени в процессе измерений, что позволяет не только контролировать выполнение требований [30], но и оценивать КЭ во времени.

2.2 Обоснование методики обследования системы теплоснабжения

2.2.1 Способы определения расчетных тепловых нагрузок.

Существующее многообразие энергосберегающих решений в системах климатизации и теплоснабжения зданий обусловлено огромным потенциалом повышения эффективности этих систем. Применение некоторых энергосберегающих решений эффективно за счет увеличения точности регулирования расходуемой тепловой энергии (например, применение комнатных контроллеров, регулирование температуры и расхода приточного воздуха по потребности, устройство автоматизированного узла управления), других – за счет использования тепловой энергии низкопотенциальных источников (например, устройство утилизаторов теплоты вытяжного вентиляционного воздуха, устройство тепловых насосов, грунтовых

теплообменников), третьих – за счет улучшения теплотехнических характеристик ограждающих конструкций (например, повышение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, уменьшение влияния «мостиков холода», применение ночных штор) и т. д.

Для проведения приборного обследования с целью определения фактических параметров следует определить расчетные тепловые нагрузки объекта. Как правило, это нагрузки отопления и горячего водоснабжения. Ниже приведены методы определения этих нагрузок.

2.2.1.1 Система отопления.

Расчетную нагрузку отопления определяют либо из договора с теплоснабжающей организацией, в котором обычно указывают проектные значения тепловых нагрузок, либо непосредственно из проекта здания или теплового пункта.

При отсутствии этих материалов следует использовать материалы, приведенные в нормативной, справочной и технической литературе.

Могут быть рекомендованы для использования следующие материалы:

- Определение расчетной нагрузки отопления здания по его наружному объему;
- Максимальный расход теплоты (максимальная тепловая мощность) на одного жителя при расчетной наружной температуре;
- Теплотехнические показатели наиболее распространенных современных типовых жилых зданий;
- Отопительные характеристики жилых зданий;
- Удельные тепловые характеристики административных, лечебных и культурно-просветительных зданий и зданий детских учреждений;
- Удельные тепловые характеристики промышленных зданий.

2.2.1.2 Система ГВС.

Расчетную нагрузку горячего водоснабжения определяют также из проекта здания или теплового пункта. При отсутствии таких данных расчетную нагрузку горячего водоснабжения можно определить по расходу в литрах в сутки горячей воды температурой 60 °С на одного человека. Расход воды зависит от благоустройства квартир, их заселенности, режима работы предприятий и организаций, привычек населения и других неучитываемых факторов.

Нагрузка горячего водоснабжения характеризуется коэффициентами неравномерности, представляющими собой отношения максимальной нагрузки к средней за определенные периоды.

Теплопотери в рециркуляционных трубопроводах системы горячего водоснабжения составляют обычно 10% от максимальной или 20% от средней нагрузки горячего водоснабжения.

2.2.2 Методы оценки эффективности энергосберегающих решений..

Для оценки эффективности применения какого-либо энергосберегающего решения в системах климатизации и теплоснабжения зданий, как правило, используют следующие методы:

2.2.2.1 Проведение натурных экспериментов и испытаний.

Такой метод позволяет оценить эффективность конкретных энергосберегающих решений для конкретных условий, однако подразумевает значительные денежные вложения и временные затраты. Очень часто данные обстоятельства являются причиной отказа от использования этого метода.

2.2.2.2 Математическое моделирование здания как единой энергетической системы и определение теплопотребления за характерные периоды времени.

В данном методе предполагается, что должны быть известны математические модели энергосберегающего оборудования или устройств, таких как утилизаторы теплоты вытяжного вентиляционного воздуха для нагрева/охлаждения приточного, устройство автоматизированного узла управления расхода потребления тепловой энергии, применение комнатных контроллеров и т.д. Однако изучение исследовательской мировой литературы показывает, что создание таких математических моделей представляет собой самостоятельную сложную задачу, и, как правило, эти математические модели в силу их сложности и приближенности не используются при составлении теплового баланса здания как единой энергетической системы.

2.2.2.3 Анализ результатов применения аналогичных энергосберегающих решений в системах климатизации и теплоснабжения эксплуатируемых зданий.

Данный метод позволяет укрупненно оценить эффективность энергосберегающих решений, поскольку результат будет справедлив лишь для здания с точно таким же технологическим назначением, инженерными системами, особенностями применения отопительного и вентиляционного оборудования, режимом эксплуатации, объемно-планировочными решениями и т. д.

2.2.2.4 Использование данных об эффективности энергосберегающих решений, установленных фирмами – производителями энергоэффективного оборудования.

Оценка эффективности энергосберегающего оборудования проводится фирмами-производителями для некоторых стандартных условий, которые далеко не всегда соответствуют реальным условиям эксплуатации оборудования. Использование данного метода не позволяет с достаточной степенью точности оценить и сделать вывод о целесообразности применения конкретного энергосберегающего оборудования в конкретном здании.

2.2.2.5 Метод расчета расходов тепла в ИТП на отопление, ГВС и вентиляцию.

Для расчета мощности оборудования теплового пункта необходимо провести расчеты расходов тепла на системы отопления горячего водоснабжения и вентиляции. После этого необходимо сравнить с расходами в существующем ИТП. В этой работе будет использован данный метод.

Результаты и выводы по разделу

1. С учетом имеющейся измерительной базы для исследований в области качества электроэнергии на вводе УЛК были выделены методики определения следующих показателей: отклонения частоты; установившегося отклонения напряжения; уровня несимметрии и несинусоидальности напряжений.
2. Для исследований в области энергопотребления УЛК приняты следующие методики исследований: определение показателей графиков нагрузки; определение несимметрии потребляемых токов; определение спектрального состава токов нелинейных потребителей УЛК.
3. В качестве СИ в обследовании были приняты: анализатор количества и качества электроэнергии AR5.M для оценки отклонения частоты, установившегося отклонения напряжения и уровня несимметрии; система сбора данных NI cDAQ-9172 для оценки несинусоидальности режимных параметров.
4. Для статистической оценки соответствия ПКЭ существующим нормам принята методика, основанная на сравнении количества дискретных отсчетов в выборке единичных измерений.
5. Для проведения обследования необходимо определить расчетные тепловые нагрузки на отопление, ГВС и вентиляцию. Результаты будут использованы в расчетах оборудования для ИТП с закрытой схемой подключения.
6. Приоритетным направлением по энергосбережению и экономии финансовых средств является разработка мероприятий по экономии тепловой и электрической энергии. Подробный анализ финансовых затрат по видам энергопотребления представлен в соответствующих разделах отчета.
7. В ходе расчетов будет составлен баланс теплоснабжения,

состоящий из приходной части (фактическое теплотребление) и расходной части – расчетно-нормативное потребление тепловой энергии, идущей на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение УЛК, сторонних потребителей и потерь.

3. ПРОВЕДЕНИЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ НА ОБЪЕКТЕ ИССЛЕДОВАНИЯ. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ

3.1 Проведение инструментальных исследований в системе электроснабжения УЛК. Анализ результатов.

3.1.1 Результаты исследований показателей качества электроэнергии на вводе УЛК

Измерения в указанной сети производились с использованием трехфазной схемы подключения (рисунок 2.3). Измерения проводились в течении суток с интервалом усреднения равном 1 минуте. Таким образом, количество измерений за сутки каждого фиксируемого параметра составило 1440 единичных измерений.

В процессе измерений фиксировались и заносились в память значения фазных и междуфазных напряжений, а также частоты сети. При последующей обработке производились вычисления непосредственно показателей качества электроэнергии.

Графики фазных и междуфазных значений, а также величины частоты приведены на рисунках 3.1 и 3.2.

Как видно из графиков фазных напряжений (рисунок 3.1) имеет место систематическое превышение напряжение по одной из фаз сети. Это может свидетельствовать о систематической несимметрии нагрузок по фазам исследуемой сети. Подобная систематичность наблюдается и в соотношениях междуфазных напряжений (рисунок 3.2).

Относительно частоты следует отметить весьма малое ее изменение (рисунок 3.3) на всем протяжении суточных измерений.

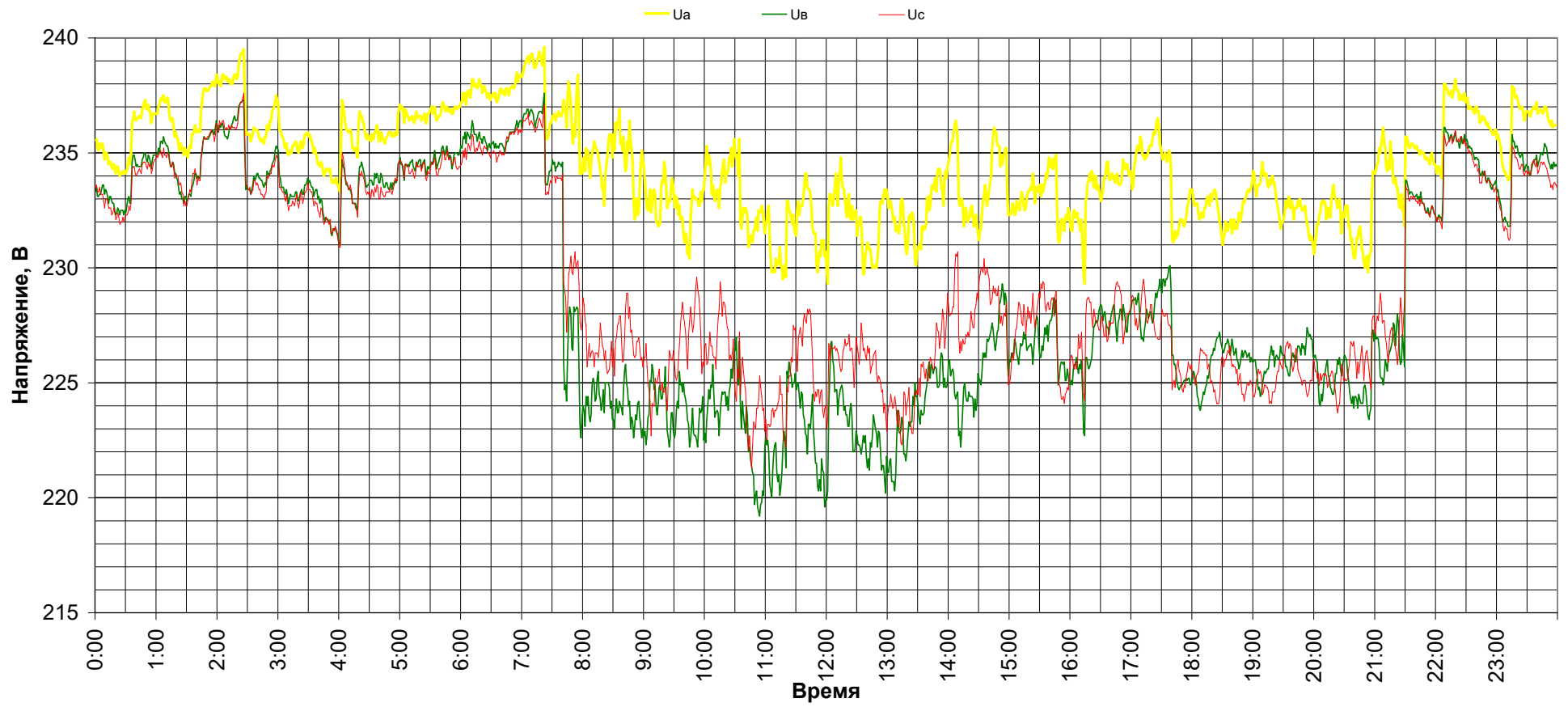
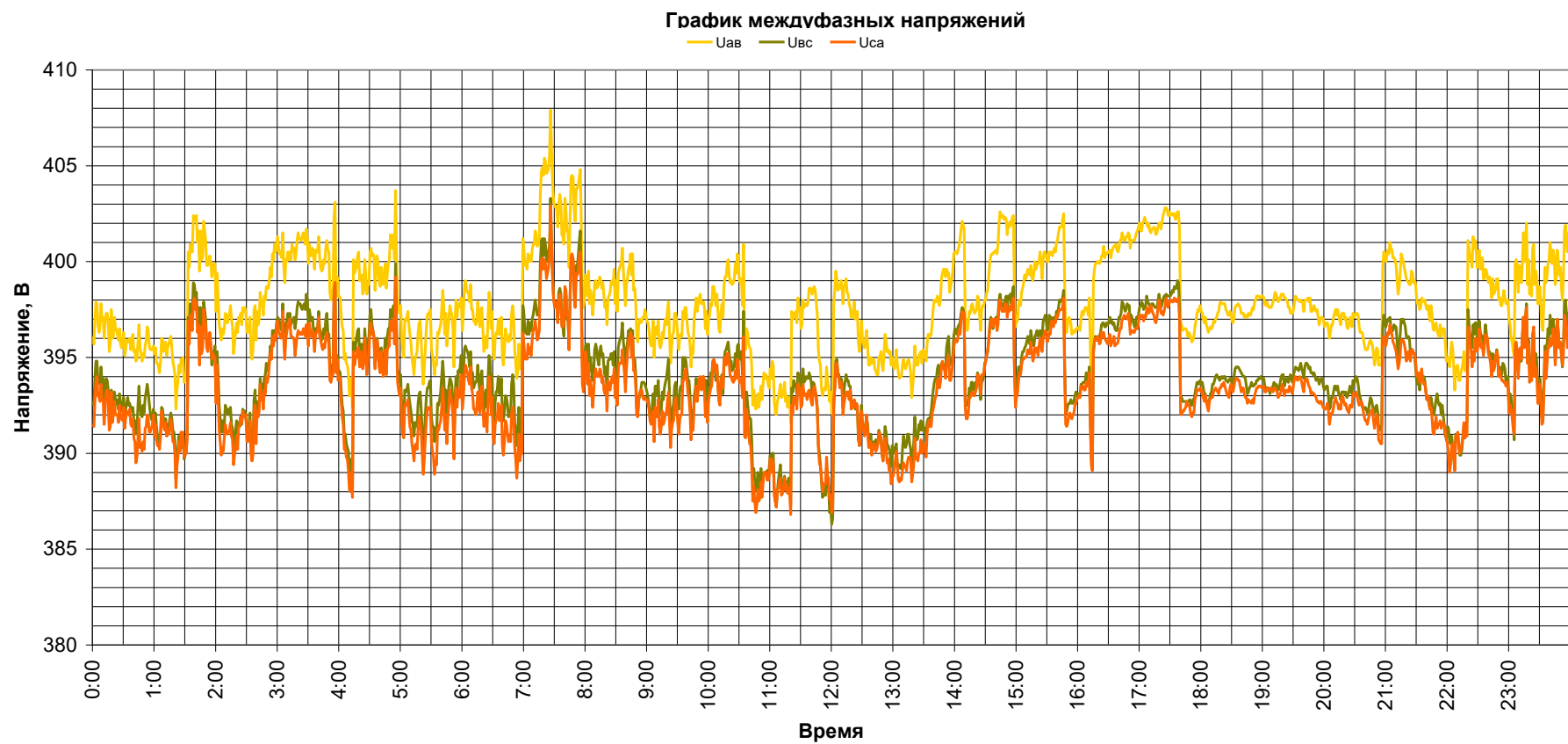


Рисунок 3.1 – График фазных напряжений на вводе



3.2 – График междуфазных напряжений на вводе

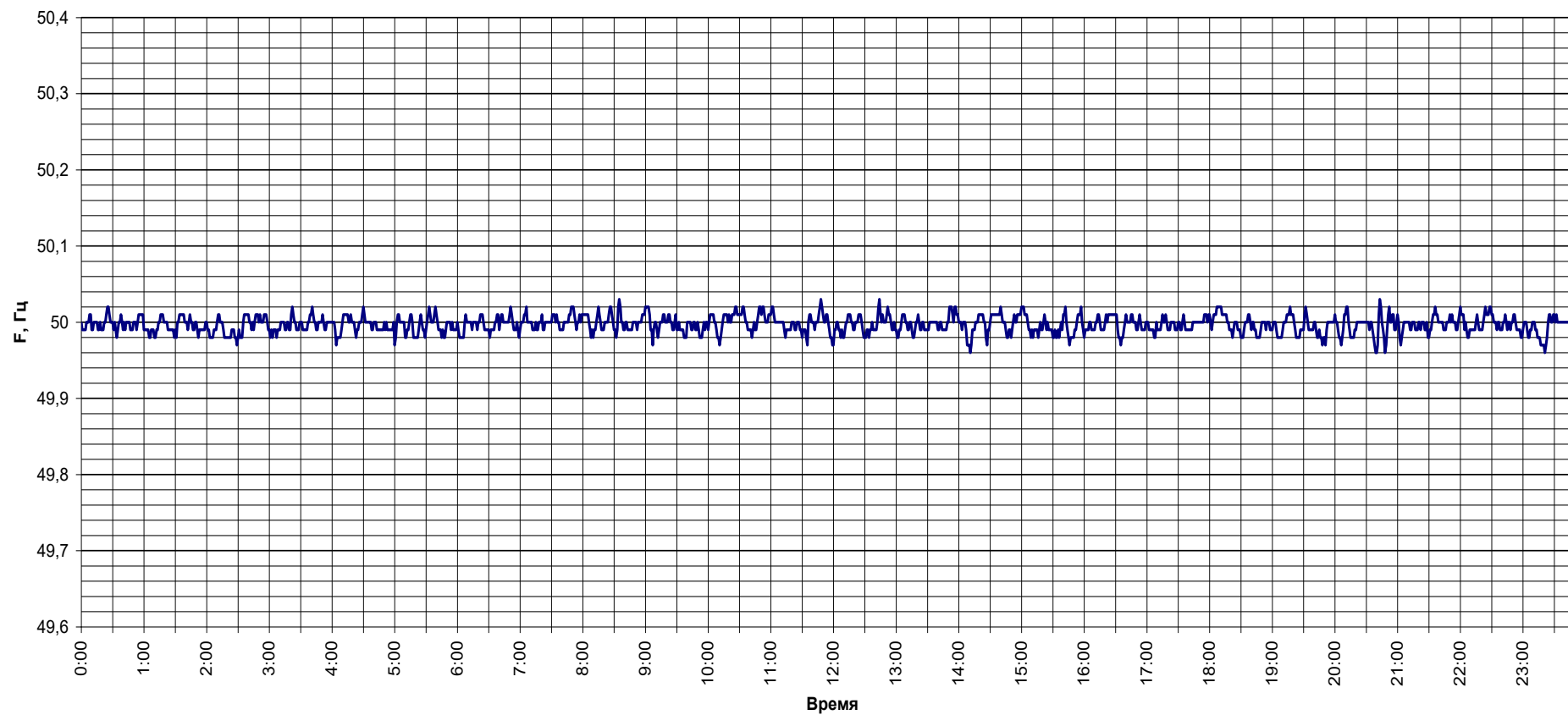


Рисунок 3.3 – График изменения частоты на вводе

На первом этапе анализа ПКЭ проведем оценку установившегося отклонения напряжения в каждой из фаз исследуемых сетей. Относительное отклонение напряжения в i -м измерении определяется по формуле (2.2)

На рисунке 3.4 приведены суточные графики относительного отклонения напряжения по фазам исследуемых сетей. Как видно из графиков на вводе имеет место превышение нормально допустимого отклонения напряжения по одной из фаз (фаза А).

Для более объективной оценки данного ПКЭ стандартом предполагается проведение расчета отклонения прямой последовательности напряжений. Проведем расчет прямой последовательности междуфазного напряжения и определим относительное его отклонение от номинального значения равного 380 В. Расчет напряжения прямой последовательности будем проводить с использованием формулы (2.21), приведенной во 2-м разделе данной работы. Результаты в виде суточных графиков приведем на рисунке 3.5.

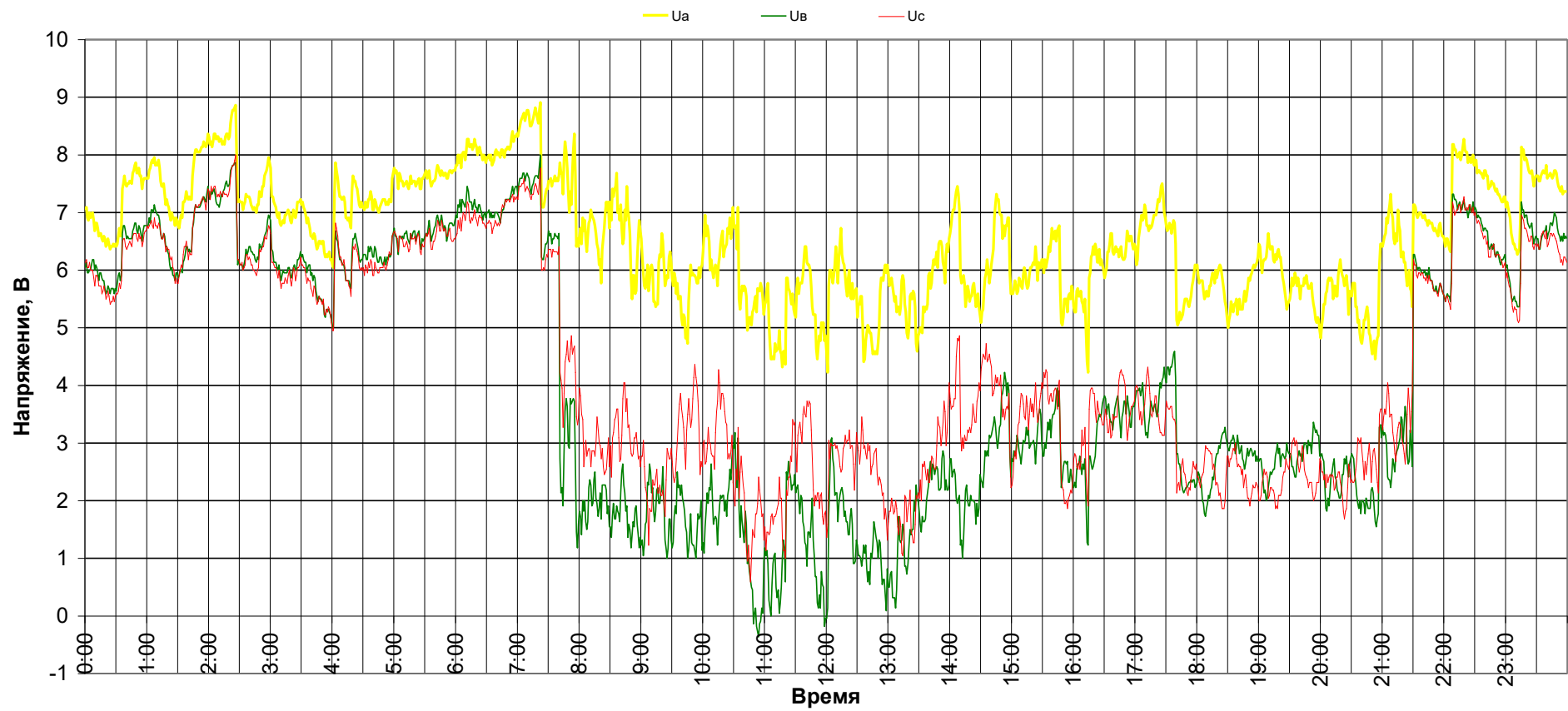


Рисунок 3.4 – График относительного отклонения напряжения по фазам на вводе

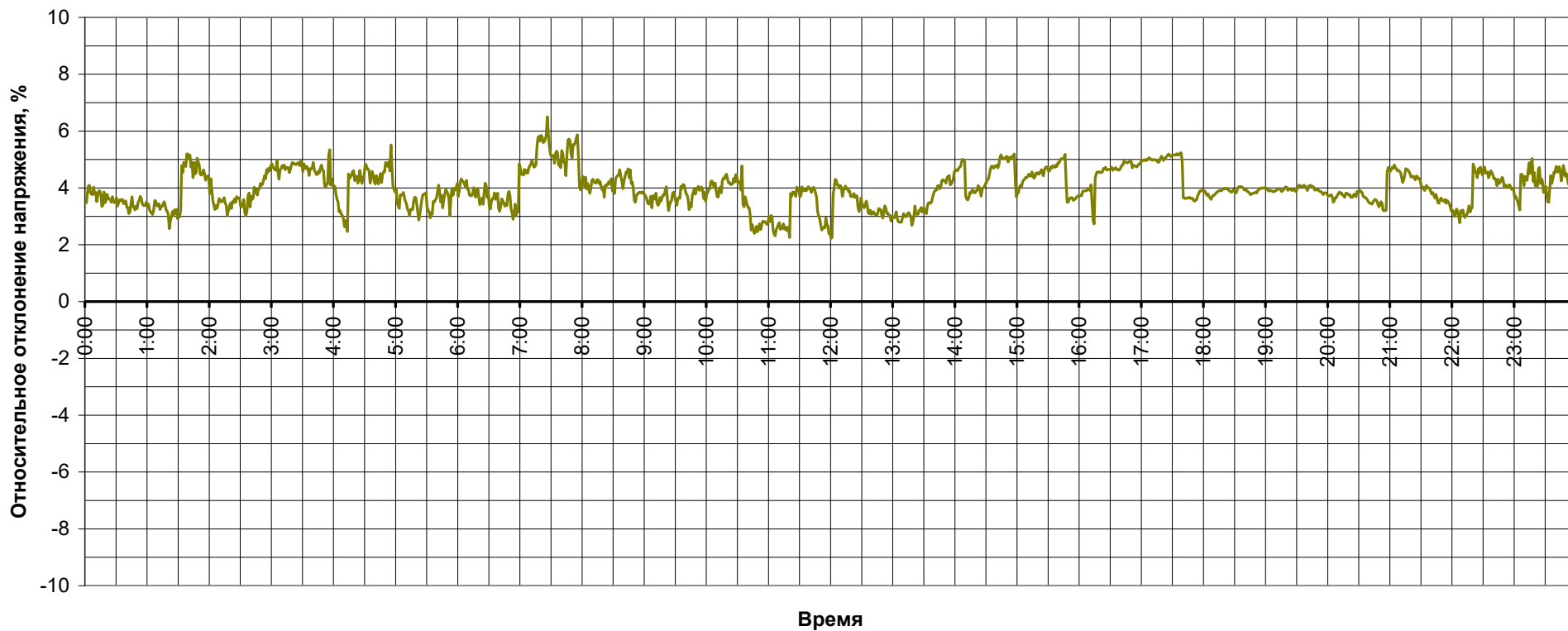


Рисунок 3.5 – График относительного отклонения напряжения прямой последовательности на вводе

Как видно из рисунков 3.4 и 3.5 в обоих случаях имеет место превышение нормально допустимого отклонения напряжения. Однако продолжительность выхода данного ПКЭ за нормально допустимое значение невелика. Окончательная оценка соответствия данного ПКЭ установленным нормам приведена далее в рамках результатов статистической обработки.

Статистическая обработка ПКЭ заключается в определении основных числовых характеристик случайной величины ПКЭ, а также в построении гистограммы его распределения и функции интегрального процента его существования в заданном диапазоне.

Для фазных напряжений результаты статистической обработки выглядят следующим образом (таблица 3.1). Гистограммы распределений приведены на рисунках 3.6-3.8.

Таблица 3.1 – Результаты статистической обработки случайной величины относительного отклонения фазных напряжений на вводе

Характеристика	Значение		
	Фаза А	Фаза В	Фаза С
Математическое ожидание, %	6,58	4,07	4,37
Среднеквадратичное отклонение, %	0,99	2,23	1,81
Минимальное значение, %	4,22	-0,36	0,59
Максимальное значение, %	8,91	8,00	8,02
Граница 0,95 порога, %	8,23	7,12	7,14
Требования стандарта (выполняются / не выполняются)	Не вып.	Не вып.	Не вып.

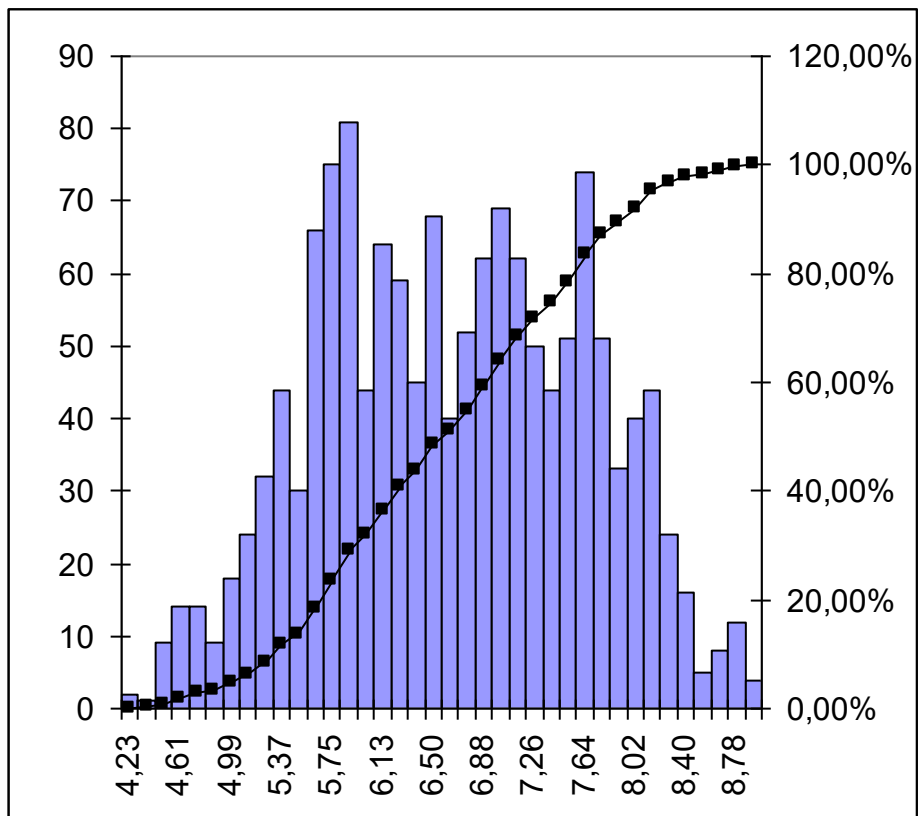


Рисунок 3.6 – Гистограмма распределения отклонения напряжения фазы А

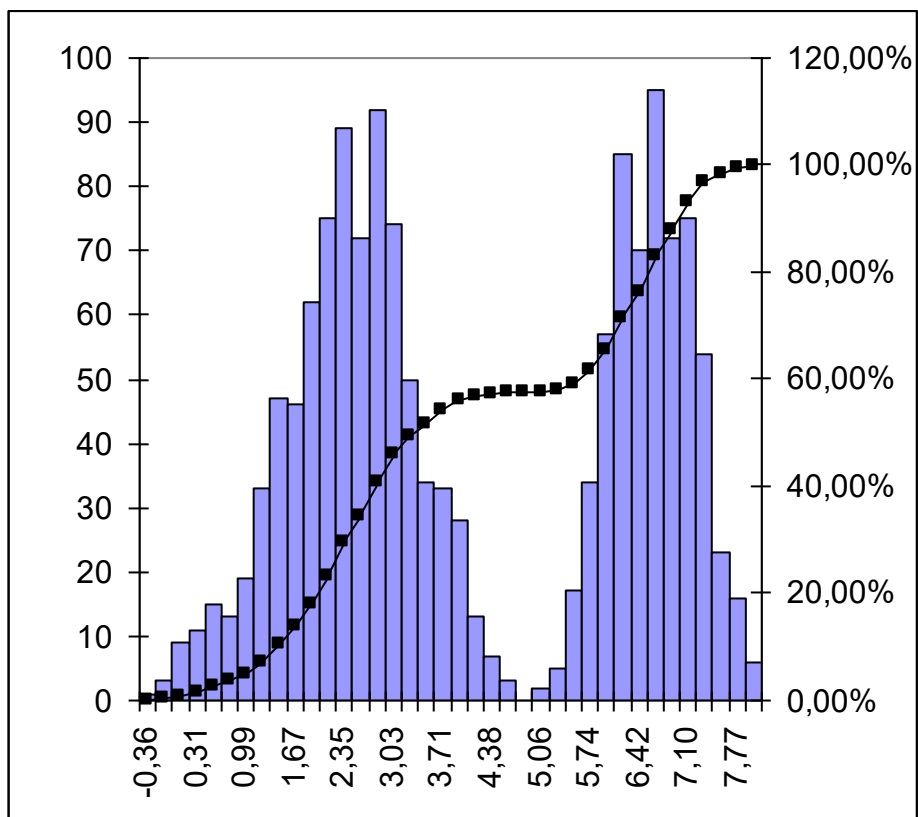


Рисунок 3.7 – Гистограмма распределения отклонения напряжения фазы В

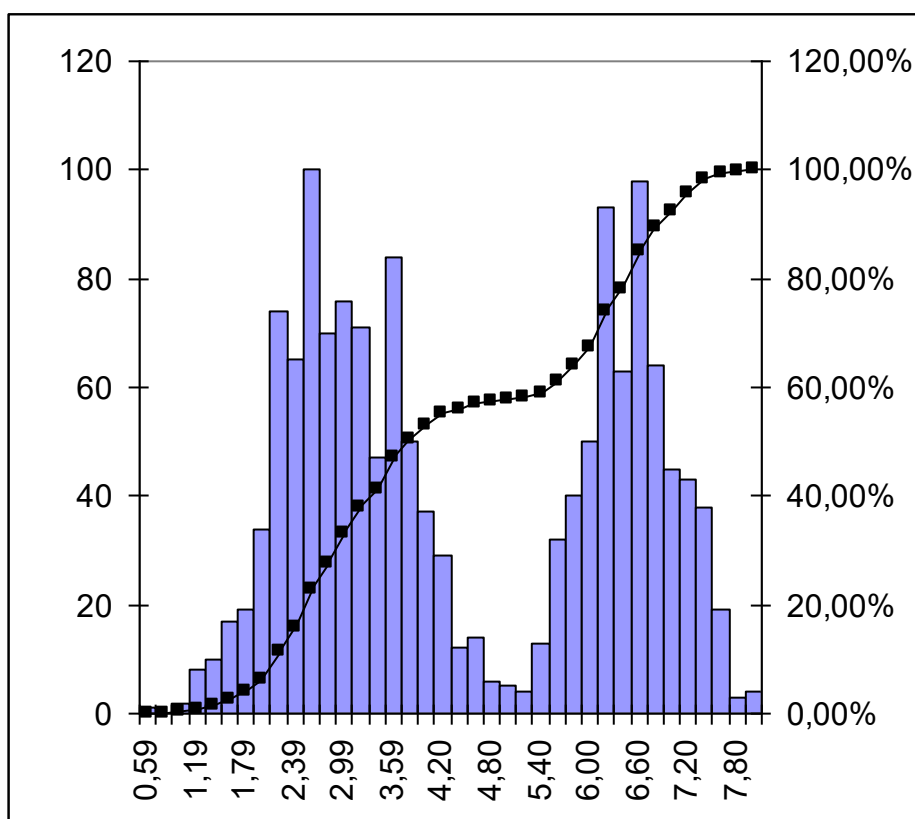


Рисунок 3.8 – Гистограмма распределения отклонения напряжения фазы С

Как видно из таблицы 3.1 требования стандарта [30] к уровню отклонения напряжений не выполняются для всех фаз. Оценка этого же ПКЭ, проведенная по прямой последовательности напряжений показала следующее (таблица 3.2).

Таблица 3.2 – Результаты статистической обработки случайной величины отклонения напряжения прямой последовательности на вводе

Характеристика	Значение
Математическое ожидание, %	4,89
Среднеквадратичное отклонение, %	0,96
Минимальное значение, %	2,21
Максимальное значение, %	7,50
Граница 0,95 порога, %	7,34
Требования стандарта (выполняются / не выполняются)	Не вып.

Из вышеизложенного следует, что при оценке по величине напряжения прямой последовательности качество электроэнергии на вводе не удовлетворяет требованиям стандарта в области отклонения напряжения. Это утверждение справедливо, поскольку порог 95 %-го интервала существования данного ПКЭ превышает нормально допустимое значение, однако при этом величина данного ПКЭ не достигает максимально допустимого значения ни разу за все время наблюдений.

Стандарт [1] регламентирует оценку отклонения частоты в абсолютных единицах. Как показали результаты измерения частоты, в исследуемой сети имеет место весьма незначительное ее изменение, которое находится в пределах $\pm 0,04$ Гц (рисунок 3.3). Исходя из этого, можно сделать вывод, что частота все время исследования находится в допустимом диапазоне и дополнительных вычислений и оценки не требуется.

Расчет суммарного коэффициента гармонических составляющих (коэффициента несинусоидальности) напряжений осуществлялся с помощью встроенных функций самого прибора AR5.M. При этом расчет коэффициентов проводился для всех фазных и всех междуфазных напряжений.

Результаты представлены в виде графиков на рисунках 3.9 и 3.10. как видно из графиков общая тенденция изменения уровня несинусоидальности в течении суток примерно одинакова для всех фаз рассматриваемой сети. Графики имеют явно выраженный участок возрастания степени несинусоидальности в диапазоне времени от 10 ч. 00 мин. до 16 ч. 00 мин.

Результаты статистической обработки данного ПКЭ приведены в таблице 3.3, а также на рисунках 3.11 и 3.12.

Таблица 3.3 – Результаты статистической обработки случайной величины коэффициента несинусоидальности напряжений на вводе

Характеристика	Значение		
	Фаза А	Фаза В	Фаза С
Фазные напряжения			
Математическое ожидание, %	4,30	4,49	4,39
Среднеквадратичное отклонение, %	1,06	1,10	1,15
Минимальное значение, %	2,55	2,66	2,52
Максимальное значение, %	6,30	6,65	6,62
Граница 0,95 порога, %	6,03	6,21	6,10
Требования стандарта (вып. / не вып.)	Вып.	Вып.	Вып.
Междуфазные напряжения			
Математическое ожидание, %	2,78	2,82	2,77
Среднеквадратичное отклонение, %	0,44	0,46	0,54
Минимальное значение, %	2,01	2,01	1,89
Максимальное значение, %	3,67	3,79	3,89
Граница 0,95 порога, %	3,36	3,45	3,50
Требования стандарта (вып. / не вып.)	Вып.	Вып.	Вып.

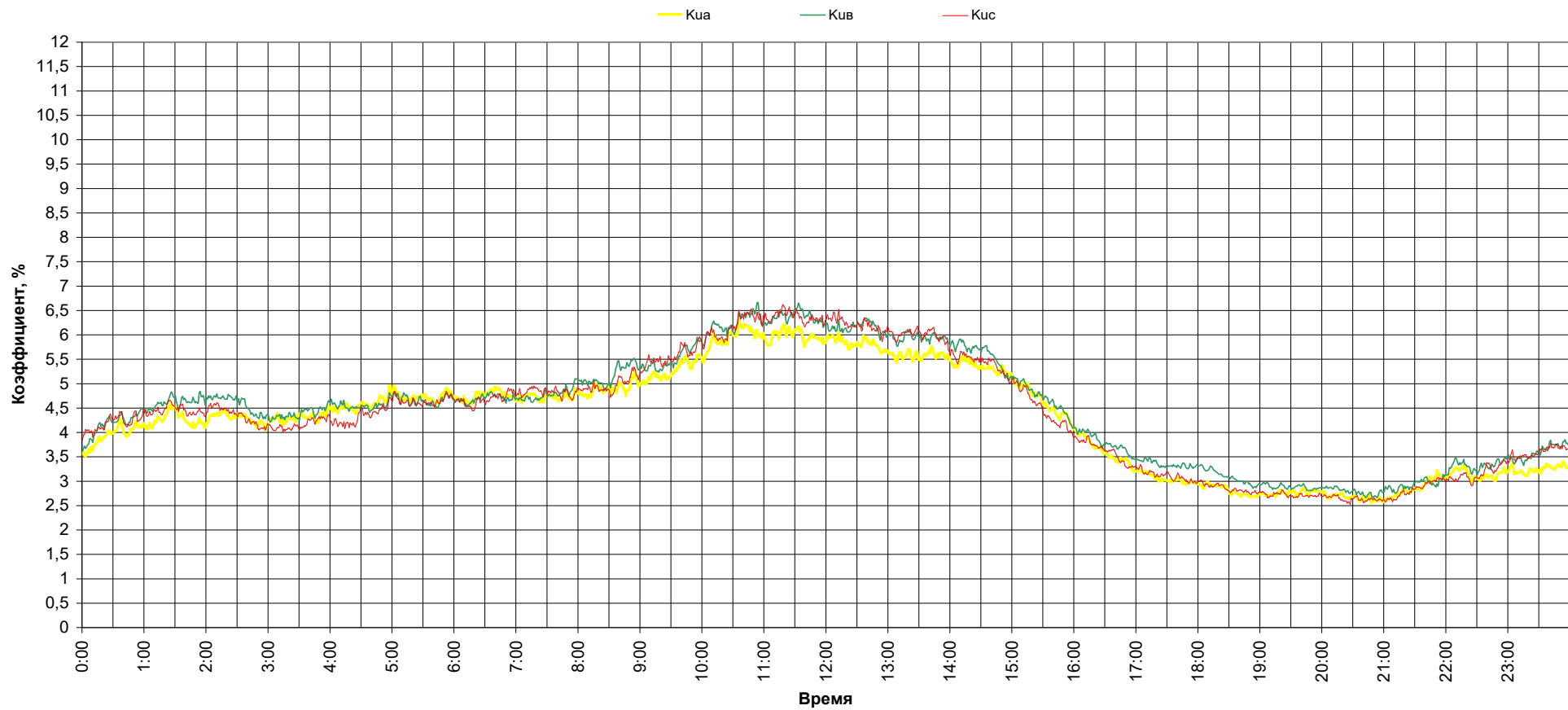


Рисунок 3.9– График суммарного коэффициента гармонических составляющих фазных напряжений на вводе

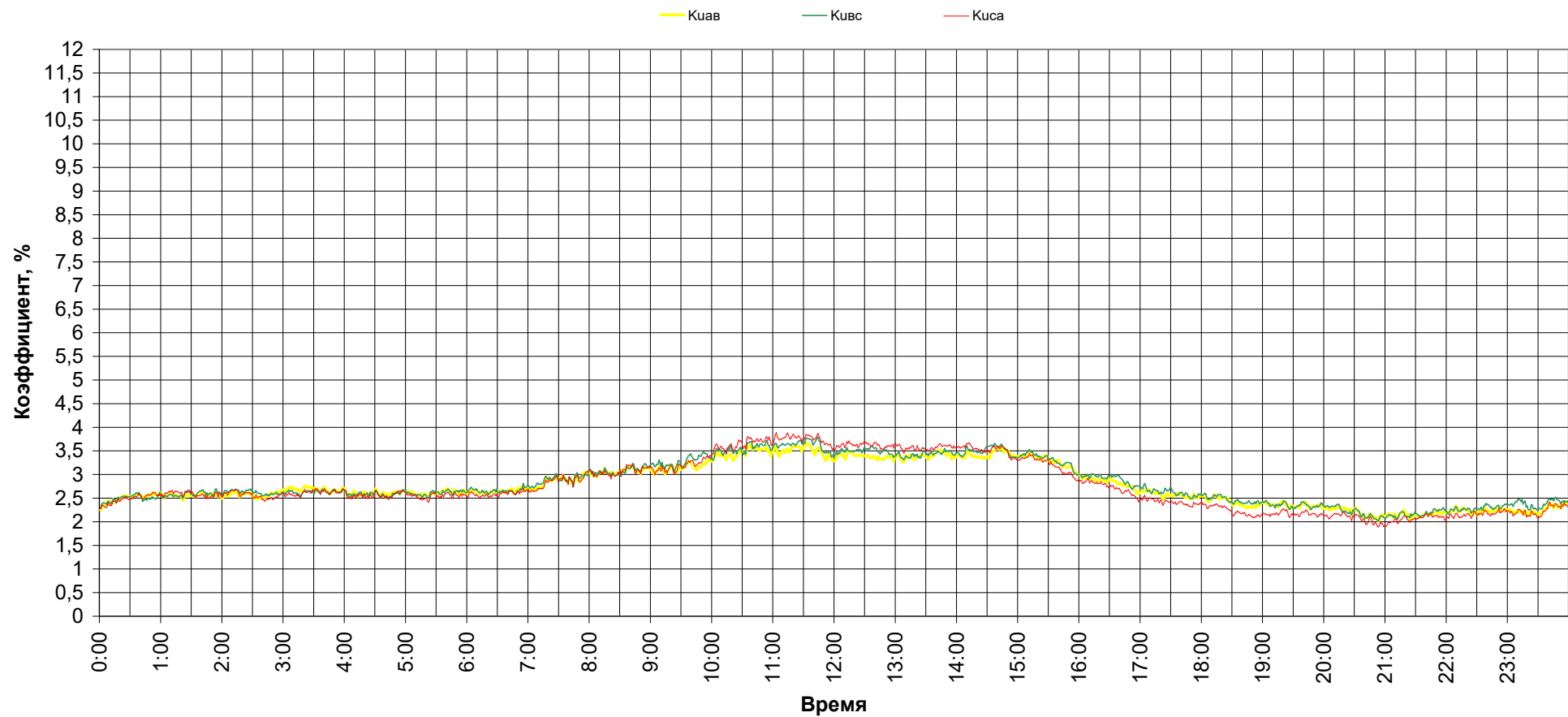


Рисунок 3.10 – График суммарного коэффициента гармонических составляющих междуфазных напряжений на вводе

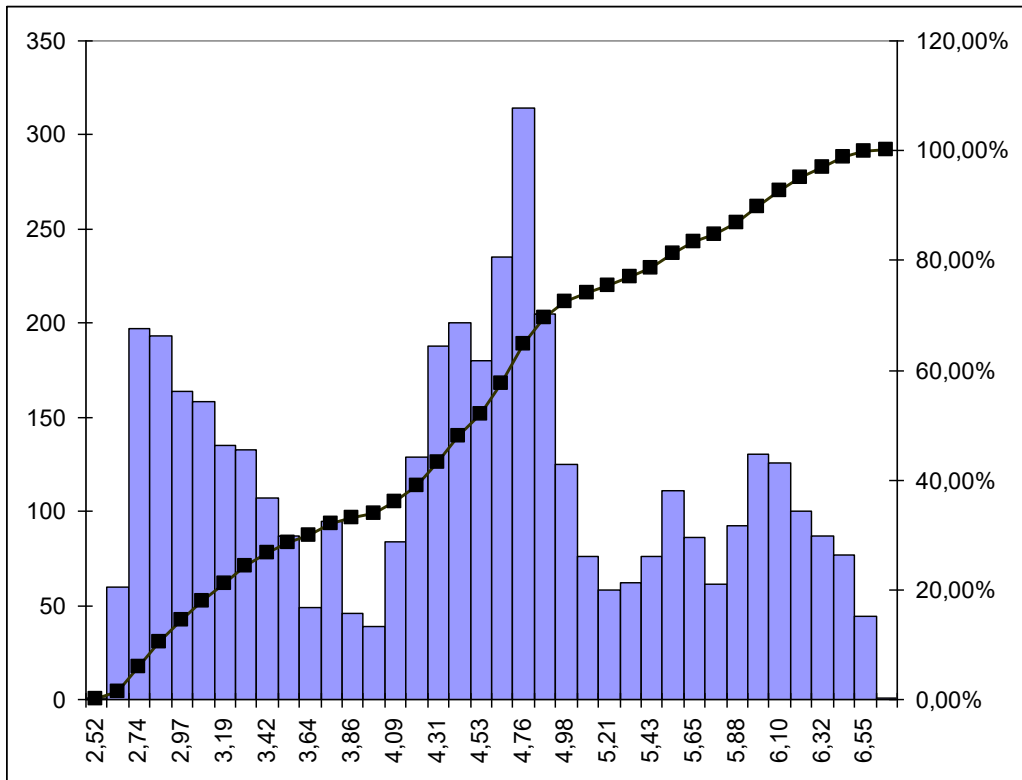


Рисунок 3.11 – Гистограмма распределения коэффициента несинусоидальности фазных напряжений

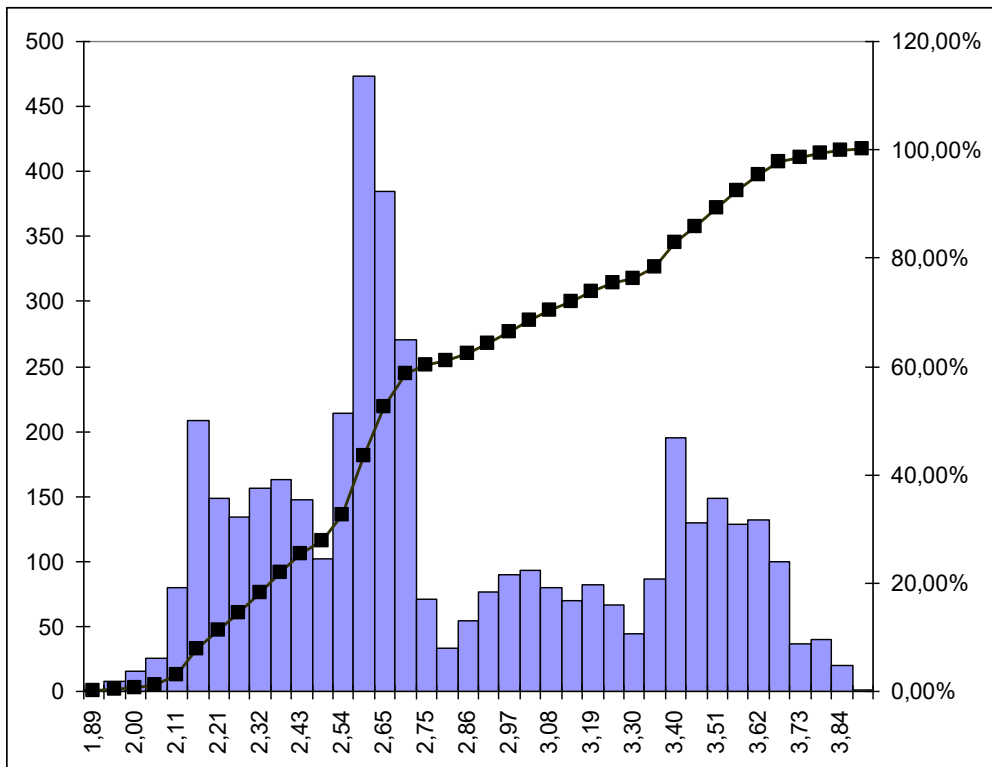


Рисунок 3.12 – Гистограмма распределения коэффициента несинусоидальности междуфазных напряжений

Как видно из результатов статистической обработки уровень несинусоидальности в рассматриваемых точках сети не превышает нормально допустимого значения.

Следует отметить, что уровень несинусоидальности междуфазных напряжений заметно меньше уровня несинусоидальности фазных напряжений. Это вероятнее всего связано с меньшей долей в спектре междуфазных напряжений гармоник с номерами кратными трем или т.н. «гармоник нулевой последовательности».

При расчёте симметричных составляющих напряжений и показателей несимметрии было применено программное обеспечение Microsoft Office Excel 2003, в котором был реализован точный метод расчета, описанный в [39], с использованием формул (2.21-2.23).

Экранная копия расчетного файла приведена на рисунке 3.13.

По результатам расчетов были построены графики изменения коэффициентов несимметрии напряжений по нулевой и обратной последовательности, которые приведены на рисунке 3.14.

Как видно из графиков на вводе преобладает несимметрия по нулевой последовательности. Это позволяет выдвинуть предположение, что в данном случае виновником ухудшения качества электроэнергии по данному показателю является сам потребитель, т.к. сеть со стороны высокого напряжения трансформаторной подстанции работает в режиме изолированной нейтрали и не может быть источником искажений по нулевой последовательности.

Рисунок 3.13 – Экранная копия файла расчета симметричных составляющих и коэффициентов несимметрии

Вследствие статистической обработки результатов определения коэффициентов несимметрии были получены следующие данные (таблица 3.4, рисунки 3.15 и 3.16).

Таблица 3.4 – Результаты статистической обработки случайной величины коэффициентов несимметрии напряжений на вводе

Характеристика	Значение	
	Обратная последовательность	Нулевая последовательность
Математическое ожидание, %	0,72	1,53
Среднеквадратичное отклонение, %	0,08	0,77
Минимальное значение, %	0,49	0,53
Максимальное значение, %	1,00	3,42
Граница 0,95 порога, %	0,85	2,88
Требования стандарта (вып. / не вып.)	Вып.	Не вып.

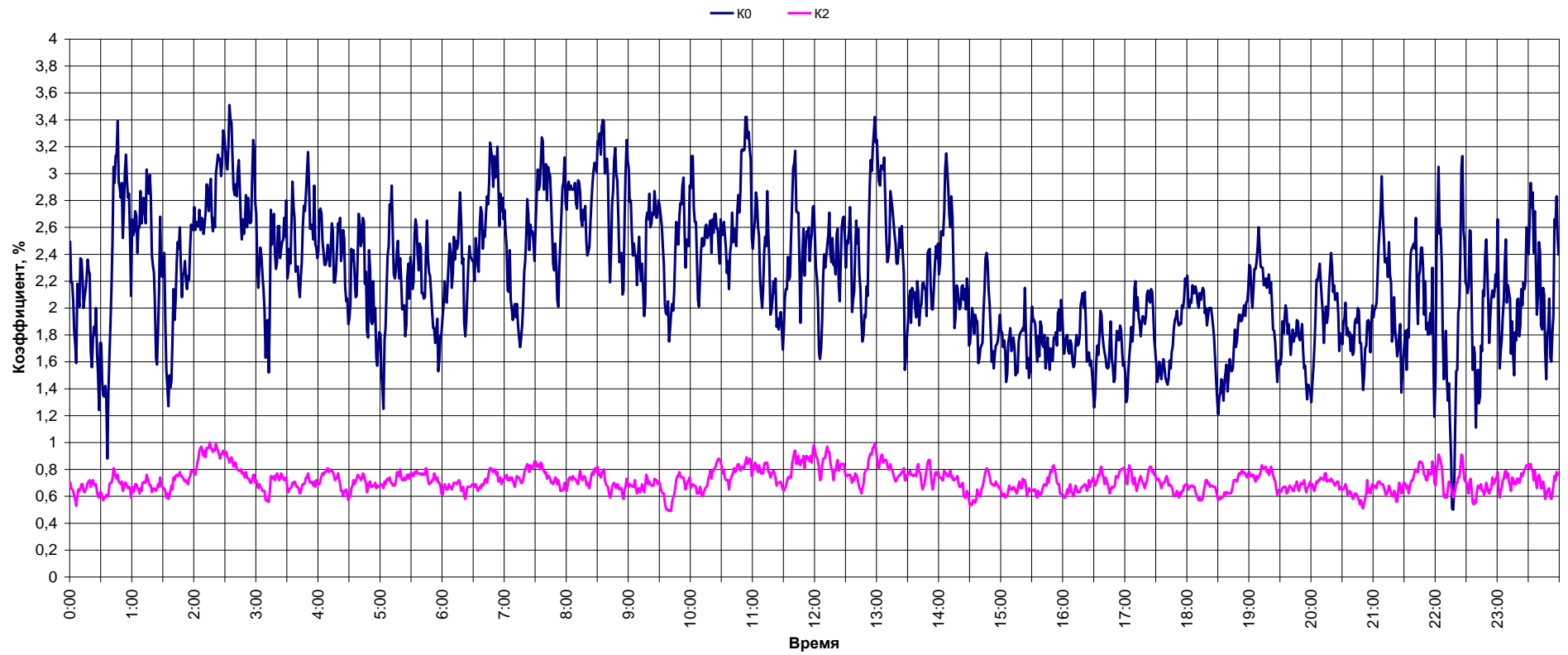


Рисунок 3.14 – График изменения коэффициентов несимметрии напряжений по нулевой и обратной последовательности на вводе

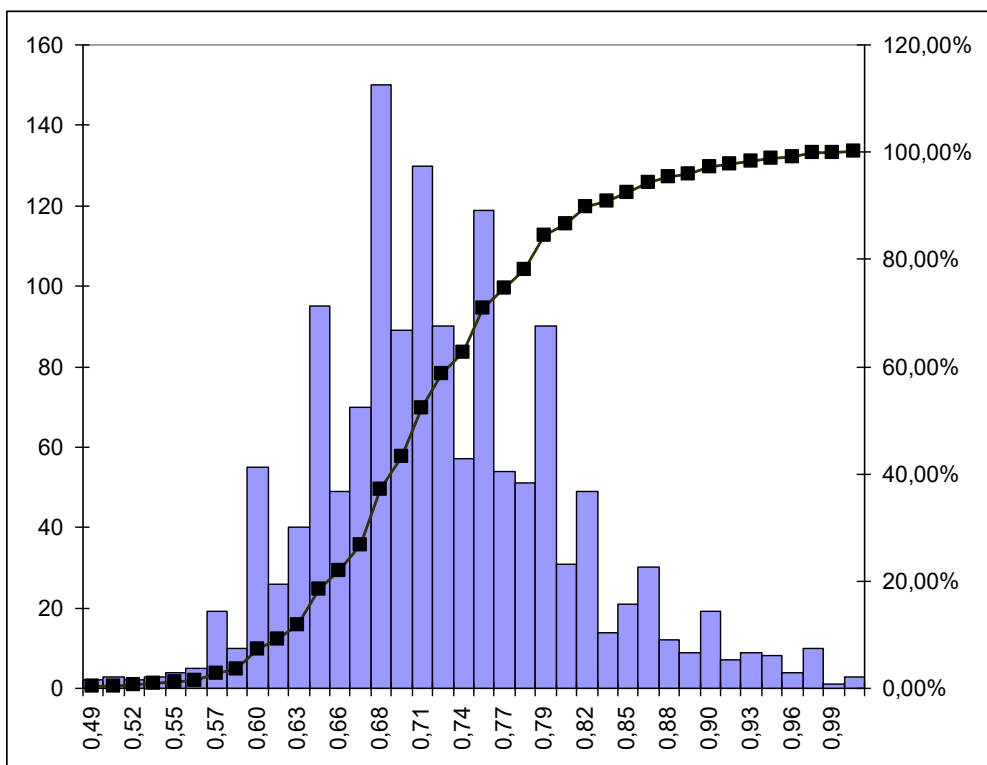


Рисунок 3.15 – Гистограмма распределения коэффициента несимметрии напряжений по обратной последовательности

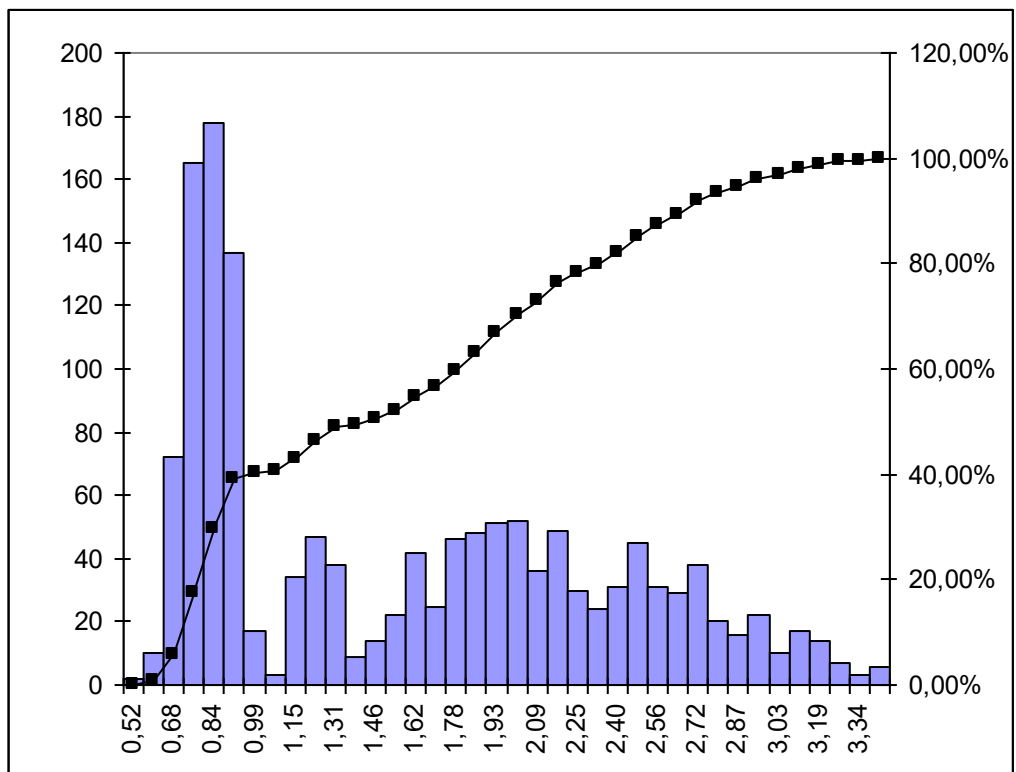


Рисунок 3.16 – Гистограмма распределения коэффициента несимметрии напряжений по нулевой последовательности

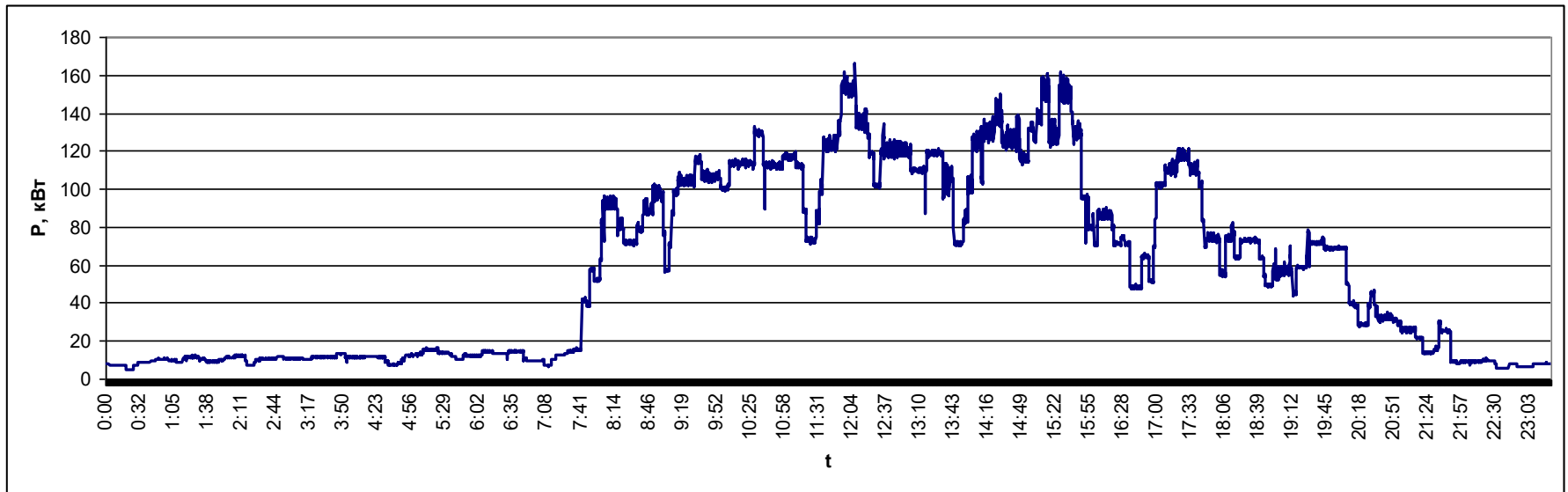
Данные показывают, что уровень несимметрии напряжений по обратной последовательности достаточно низок и в обоих случаях не достигает нормально допустимого уровня. Тогда как уровень несимметрии по нулевой последовательности относительно высок и не соответствует требованиям существующего стандарта. Снизить уровень несимметрии в данном случае можно либо за счет перераспределения нагрузок по фазам сети, либо за счет увеличения сечения нулевого провода.

3.1.2 Результаты исследований графиков нагрузки УЛК

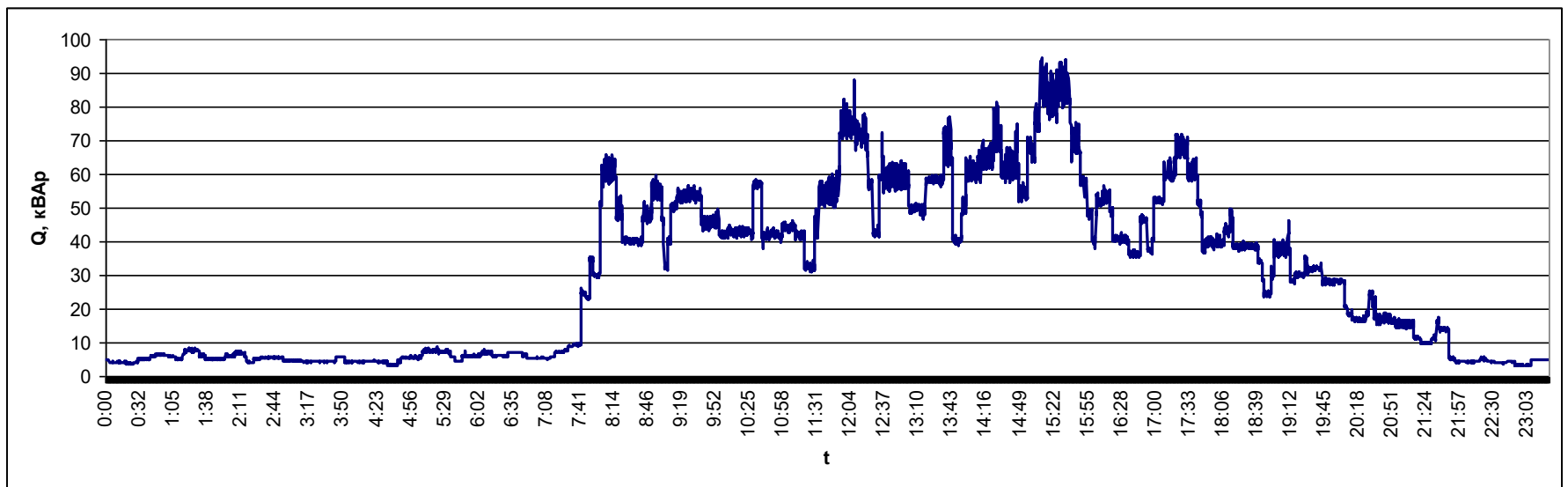
В процессе работы были получены графики нагрузки УЛК по результатам измерения параметров энергопотребления на вводе в здание. На рисунке 3.17 приведены графики активной и реактивной мощности, а на рисунке 3.18 – график полной мощности.

Графики нагрузки принято характеризовать определенными показателями. К таким показателям относятся:

- 1) P_c – средняя нагрузка (Q_c, S_c, I_c).
- 2) $P_{ск}$ – среднеквадратичная (эффективная) нагрузка ($Q_{ск}, S_{ск}, I_{ск}$).
- 3) P_m – максимальная нагрузка (Q_m, S_m, I_m):
 - P_p – расчетная (максимальная длительная) нагрузка;
 - $P_{пик}$ – пиковая (максимальная кратковременная) нагрузка;
- 4) коэффициент формы графика нагрузки k_f ;
- 5) коэффициент заполнения графика нагрузки k_z ;
- 6) коэффициент максимума нагрузки k_m .



a)



б)

Рисунок 3.17 – Графики нагрузок (а – по активной мощности; б – по реактивной мощности)

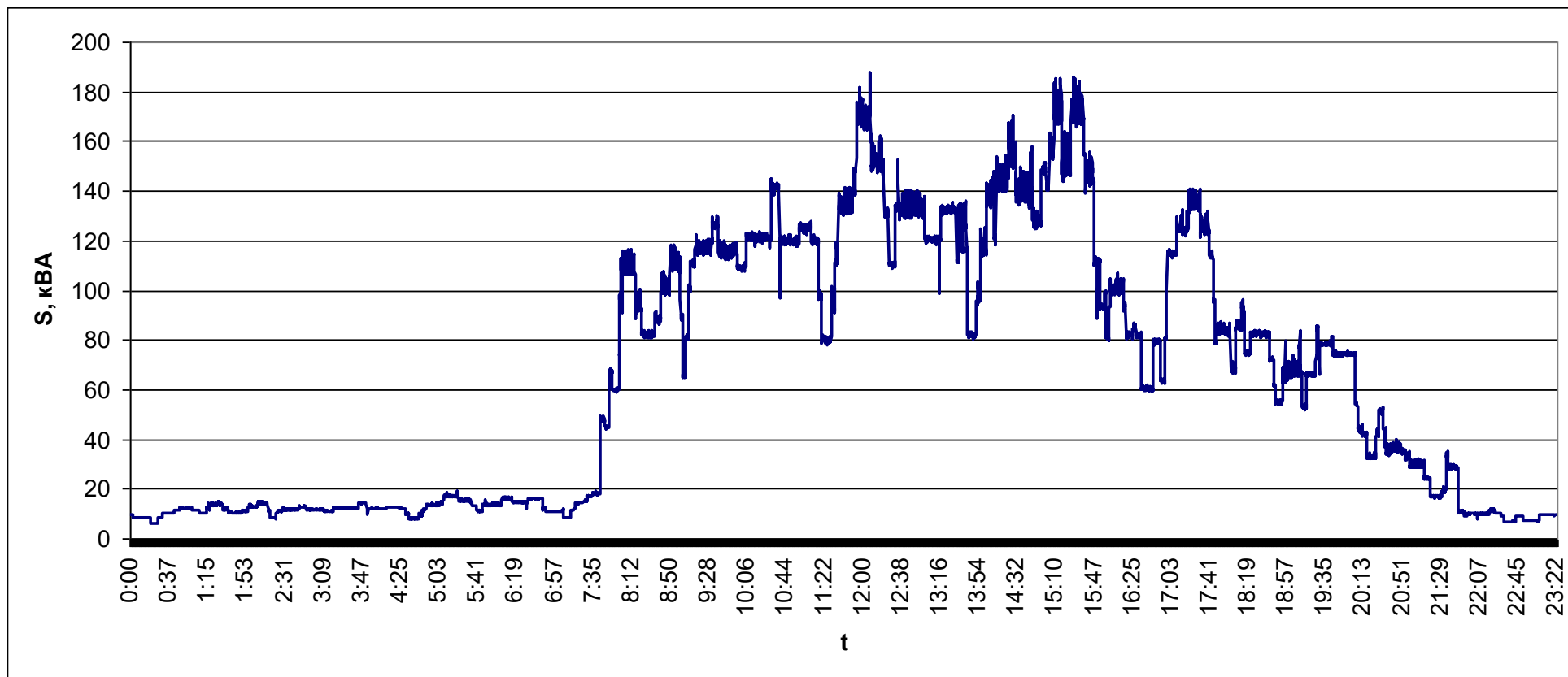


Рисунок 3.18 – График полной мощности

Средняя нагрузка – постоянная, неизменная во времени нагрузка в течение рассматриваемого промежутка времени, которая вызывает такой же расход электроэнергии, что и реальная, изменяющаяся нагрузка за этот же промежуток времени. Средняя нагрузка определяется по формуле:

$$P_c = \frac{\sum_{i=1}^N P_i}{N}, \quad (3.1)$$

где P_i – мощность i -й ступени графика нагрузки; N – количество ступеней графика.

Среднеквадратичная нагрузка – нагрузка, которая не изменяется в течение промежутка времени T и вызывает потери мощности и энергии в элементах системы электроснабжения потребителей такие же, как реальная нагрузка, изменяющаяся за это же время. Среднеквадратичная нагрузка определяется по формуле:

$$P_{CK} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N P_i^2}{N}}. \quad (3.2)$$

Максимальная длительная нагрузка характеризуется периодом усреднения от нескольких минут до нескольких часов. Она используется для выбора токоведущих частей системы электроснабжения по условию нагрева. Максимальная кратковременная нагрузка характеризуется периодом усреднения от доли до нескольких секунд. Максимально длительная и пиковая нагрузки определяются из графиков нагрузки.

Коэффициент формы графика характеризует неравномерность графика нагрузки и определяется как отношение среднеквадратичной мощности приемника или группы электроприемников за определенный промежуток времени к среднему значению нагрузки за тот же период времени. Коэффициент формы графика по активной мощности:

$$k_{\phi} = \frac{P_{СК}}{P_C}. \quad (3.3)$$

Коэффициент заполнения графика нагрузки показывает насколько плотно заполнен график электрической нагрузки. Данный коэффициент определяется как отношение средней мощности к её максимальному значению:

$$k_3 = \frac{P_C}{P_{max}}. \quad (3.4)$$

Коэффициент заполнения графика нагрузки – величина обратная коэффициенту максимума. Следовательно:

$$k_M = \frac{1}{k_3}. \quad (3.5)$$

Результаты расчетов показателей графиков нагрузки приведены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Показатели графиков нагрузки

Показатель	По активной мощности	По реактивной мощности	По полной мощности
Средняя нагрузка	57,86	29,72	65,18
Среднеквадратичная нагрузка	74,67	38,27	83,90
Максимальная длительная нагрузка;	140,23	81,22	162,31
Пиковая нагрузка	166,02	94,24	186,36
Коэффициент формы графика нагрузки	1,290	1,288	1,287
Коэффициент заполнения графика нагрузки	0,349	0,315	0,350
Коэффициент максимума нагрузки	2,869	3,171	2,859

Как видно из рисунков 3.17 и 3.18, а также таблицы 3.5 графики нагрузки в значительной степени неравномерны. Следует отметить, что в графиках наблюдается явный провал в ночное время. Наличие

энергопотребления в данный период объясняется работой автоматических устройств, средств сигнализации, дежурного освещения и электронных устройств в режиме ожидания.

Расчетная энергия, потребляемая на вводе в объект, может быть определена по формуле с учетом 10-секундного интервала усреднения мощности:

$$W_{\text{вв}} = \sum_{i=1}^{8640} \frac{10P_i}{3600}. \quad (3.6)$$

Таким образом, расчетное значение потребленной за сутки электроэнергии составило 520,76 кВтч. Приняв количество 26 рабочих дня в месяце, ежемесячное потребление составит 13539,7 кВтч.

3.1.3 Результаты исследований несимметрии токов на вводе УЛК

В процессе работы были получены графики потребляемых токов УЛК по результатам измерения параметров энергопотребления на вводе в здание. На рисунке 3.19 приведены графики фазных мощности, а на рисунке 3.20 – график тока нулевого провода.

Анализ графиков показал следующее:

- 1) графики токов неравномерны по времени, что полностью согласуется с графиками нагрузок (рисунки 3.17 и 3.18);
- 2) токи на протяжении основного рабочего времени УЛК имеют заметную несимметрию по фазам.

Для того чтобы оценить качество энергопотребления исследуемого объекта следует в первую очередь произвести оценку потерь мощности и электроэнергии в питающей данный объект сети. Данная задача актуальна в связи с тем, что учет электроэнергии осуществляется в голове питающей линии, т.е. потери в ней приходится оплачивать потребителю.

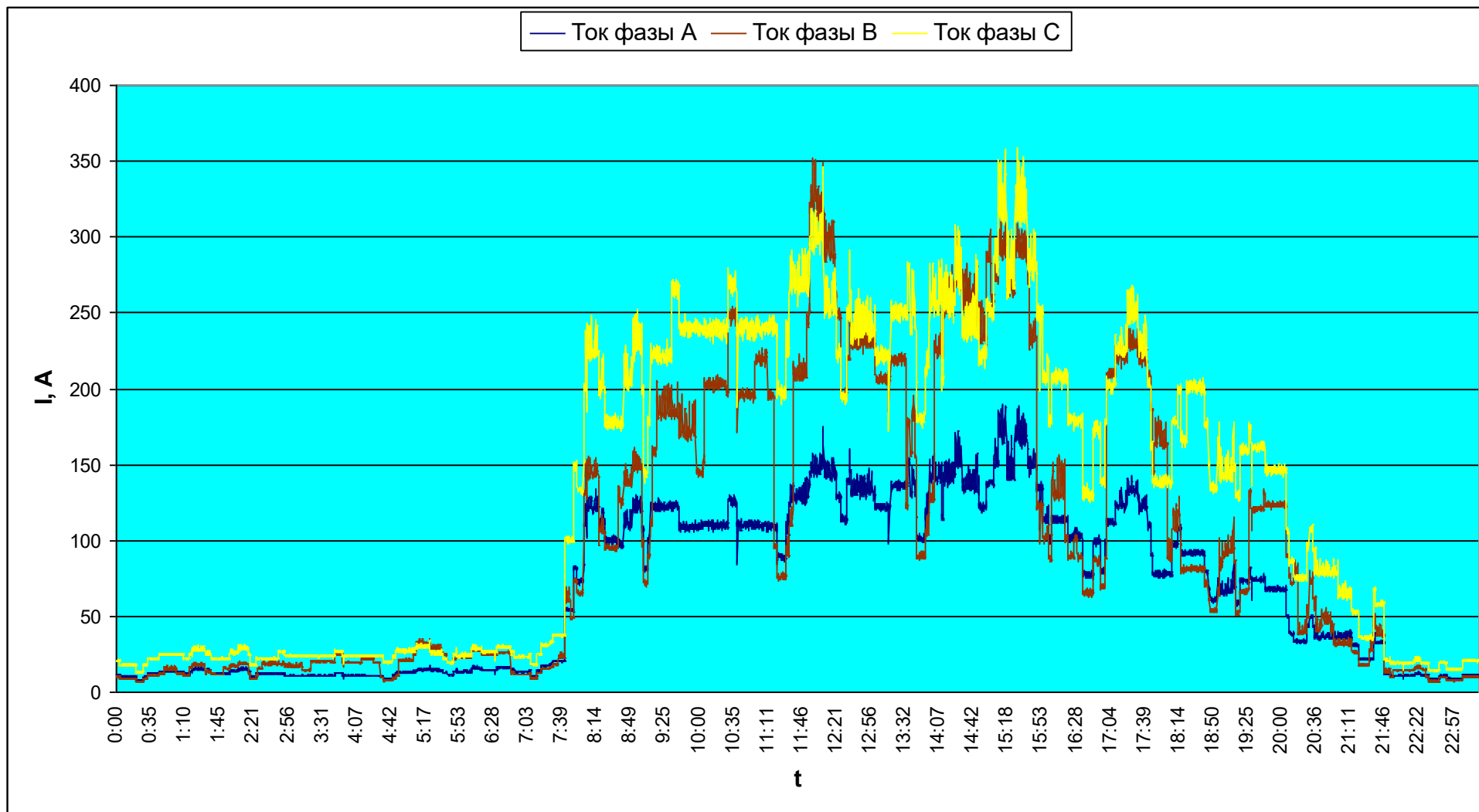


Рисунок 3.19 – Графики фазных токов на вводе УЛК

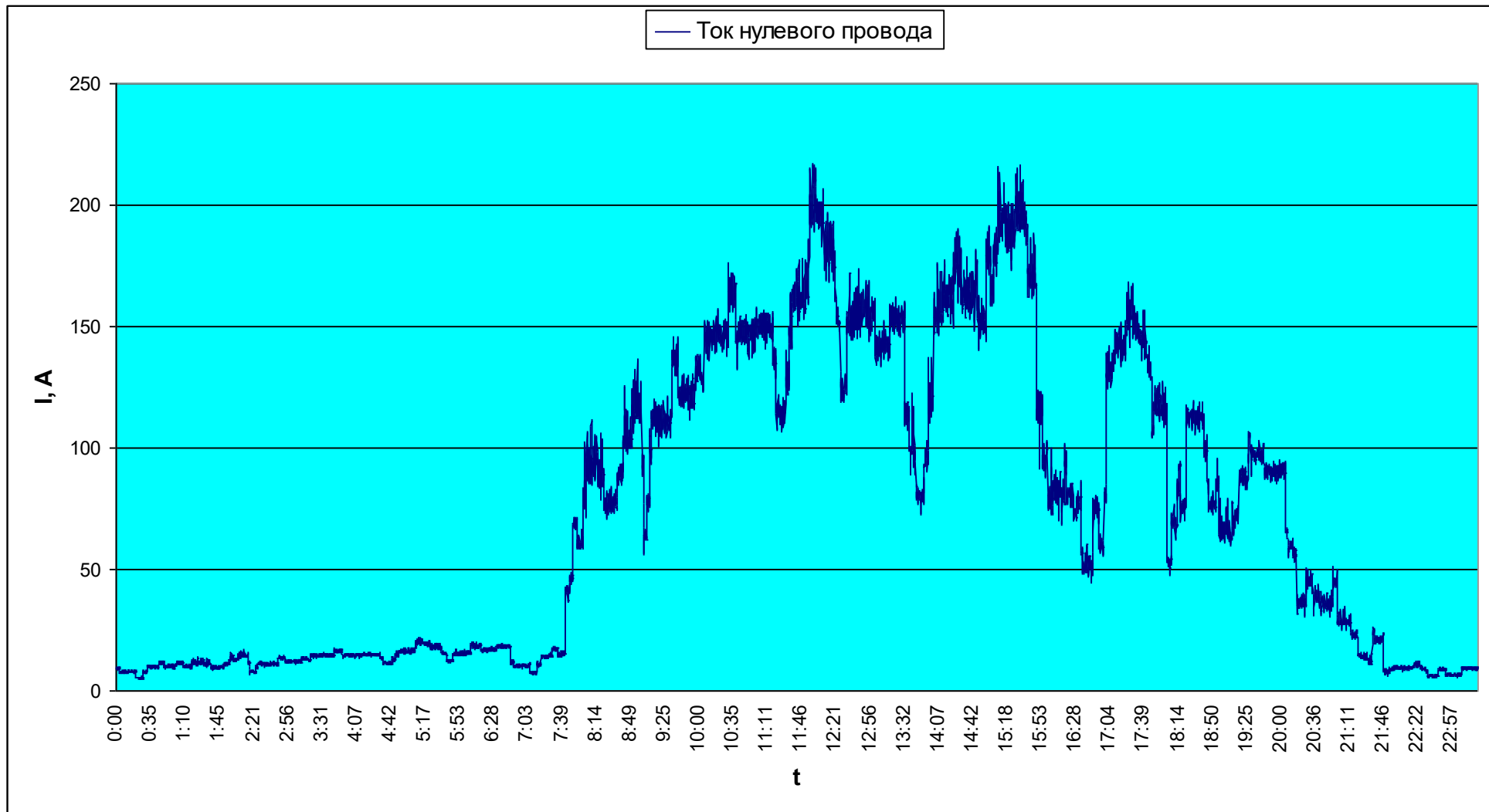


Рисунок 3.20 – График тока нулевого провода на вводе УЛК

Потери в питающей сети в течение рабочей смены можно определить достаточно точно с использованием известной формулы Джоуля-Ленца. При этом потери мощности в проводнике на i -й ступени графика нагрузки будут равны:

$$\Delta P_i = I_i^2 R, \quad (3.7)$$

где I_i – ток i -й ступени графика нагрузки; R – активное сопротивление проводника.

Сопротивление проводников определяется по справочным данным, приведенным в таблице 1.1 данной работы. При известном удельном сопротивлении провода $R_0 = 0,27$ Ом/км, сопротивление имеющегося участка линии длиной 200 метров будет равно:

$$R = \frac{200}{1000} \cdot 0,27 = 0,054 \text{ Ом.}$$

Потери энергии в проводнике при известной потере мощности на каждой ступени графика нагрузки могут быть рассчитаны по формуле аналогичной формуле (3.6):

$$\Delta W = \sum_{i=1}^{8640} \frac{10 \Delta P_i}{3600}. \quad (3.8)$$

Результаты расчета потерь электроэнергии приведены в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Результаты расчета потерь электроэнергии

Потери в фазном проводе фазы А, кВтч	Потери в фазном проводе фазы В, кВтч	Потери в фазном проводе фазы С, кВтч	Потери в нулевом проводе, кВтч	Суммарные потери, кВтч
За сутки				
4,62	11,72	16,99	9,83	43,16
В месяц				
120,24	304,81	441,75	255,64	1122,44

С учетом потерь ежедневное потребление электроэнергии составит:

$$W = W_{\text{вв}} + \Delta W = 520,76 + 43,16 = 563,92 \text{ кВтч.}$$

Таким образом, относительная доля потерь электроэнергии, выраженная в процентах, составит:

$$\Delta W(\%) = \frac{\Delta W}{W} \cdot 100\% = \frac{43,16}{563,92} \cdot 100\% = 7,6\%.$$

Как можно видеть, доля потерь в питающем кабеле в общем потреблении достаточно велика. При этом можно предположить, что значительная часть потерь обусловлена такими факторами как: протекание реактивной мощности (РМ), несимметрией токов и неравномерностью графика нагрузки.

3.1.4 Результаты исследований несинусоидальности токов на вводе УЛК

В виду достаточно малого объема памяти СИ круглосуточное измерение мгновенных значений токов с целью их дальнейшей обработки алгоритмом ДПФ не производилось. Для оценки степени несинусоидальности потребляемых токов был произведен разовый замер длительностью в несколько периодов на вводе УЛК.

Применяемая измерительная система на базе NI cDAQ-9172 обеспечивает визуализацию осциллограмм тока, а также позволяет наблюдать амплитудный спектр измеряемых сигналов. При активации функции записи данных, в файл экспорта данных заносится последняя тысяча единичных измерений по каждому параметру, предшествующая остановке записи. Это предотвращает возможность формирования чрезмерно больших файлов и достаточно для фиксации двух периодов основной частоты 50 Гц при частоте дискретизации 25 кГц (500 измерений за период).

Осциллограммы токов представлены на рисунках 3.21 и 3.22. Как видно из осциллограмм, токи в исследуемой сети имеют достаточно высокую степень несинусоидальности. Результаты измерений экспортировались в табличный редактор MS Excel, где с использованием алгоритма дискретного преобразования Фурье (ДПФ) проводилось разложение сигналов на

спектральные составляющие. Результаты спектрального преобразования в виде амплитудных спектров представлены на рисунках 3.23-3.26.

Согласно данному алгоритму амплитуда и начальная фаза k -й гармоники рассчитываются по формулам:

$$A_k = \sqrt{a_k^2 + b_k^2}; \quad (3.9)$$

$$\varphi_k = \operatorname{arctg} \frac{b_k}{a_k}, \quad (3.10)$$

где a_k и b_k – соответственно синусная и косинусная амплитуды k -й гармоники.

Составляющие a_k и b_k определяются по формулам (на примере сигнала тока):

$$a_k = \frac{2}{N} \sum_{j=1}^N i_j(t) \cdot \sin(k \cdot \alpha_j); \quad (3.11)$$

$$b_k = \frac{2}{N} \sum_{j=1}^N i_j(t) \cdot \cos(k \cdot \alpha_j), \quad (3.12)$$

где N – количество единичных отсчетов за период; $i_j(t)$ – j -й отсчет напряжения в выборке; α_j – угол соответствующий j -му отсчету.

Угол в (1.6) и (1.7) определяется следующим образом:

$$\alpha_j = \frac{2\pi}{N} \cdot j. \quad (3.13)$$

Таким образом, при использовании выборок, содержащих по 500 элементов формулы (3.11) и (3.12) с учетом (3.13) выглядят следующим образом:

$$a_k = \frac{1}{250} \sum_{j=1}^{500} i_j(t) \cdot \sin\left(k \cdot \frac{\pi}{250} \cdot j\right); \quad (3.14)$$

$$b_k = \frac{1}{250} \sum_{j=1}^{500} i_j(t) \cdot \cos\left(k \cdot \frac{\pi}{250} \cdot j\right). \quad (3.15)$$

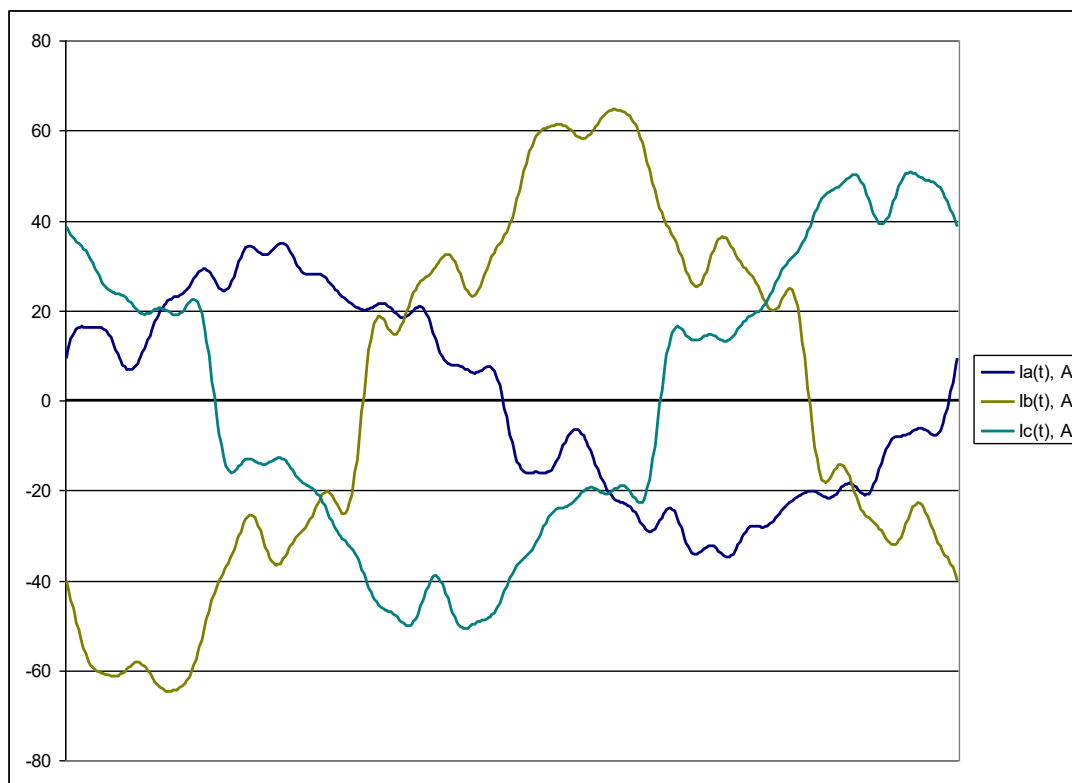


Рисунок 3.21 – Осциллограммы токов в фазах на вводе

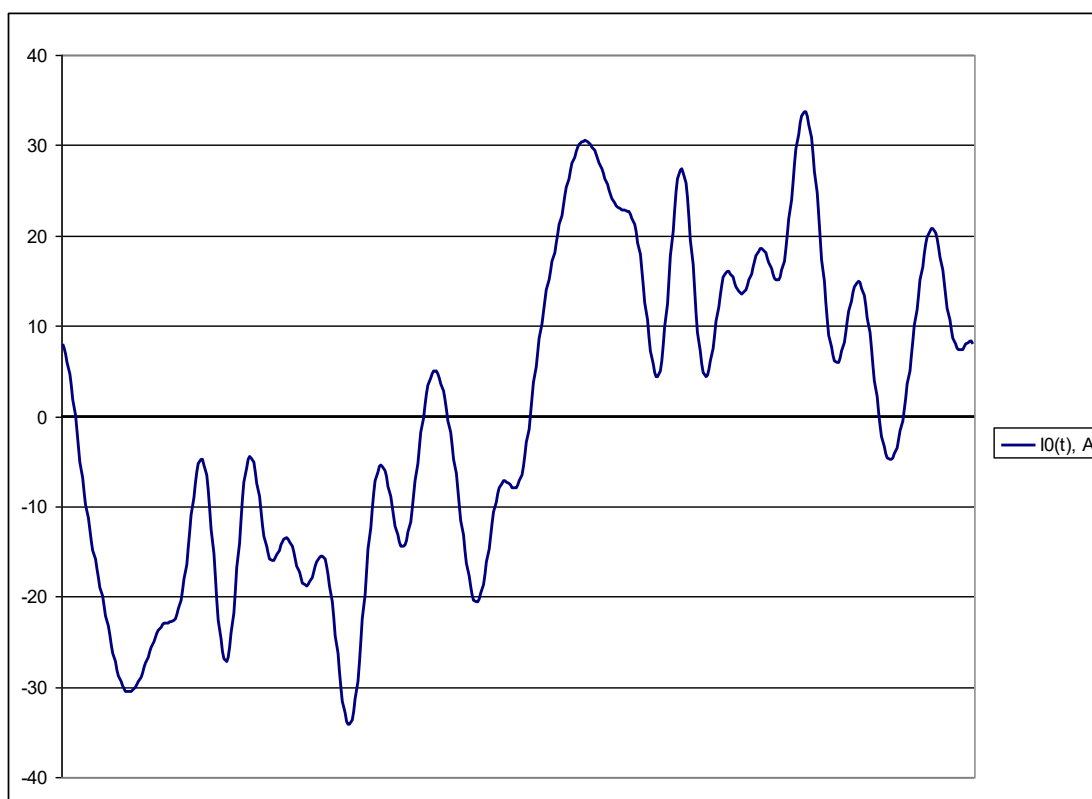


Рисунок 3.22 – Осциллограмма тока нулевого провода на вводе (за один период основной частоты)

Указанные формулы были реализованы в расчетном файле, позволяющем производить расчет гармоник до 50-й включительно. Данный предел перекрывает требование [40, 41], согласно которому оценка эмиссии высших гармоник в сеть должна производиться с учетом высших гармоник с номерами до 40-й включительно.

Расчетные значения коэффициентов суммарных гармонических составляющих по токам и напряжениям приведены в таблице 3.7.

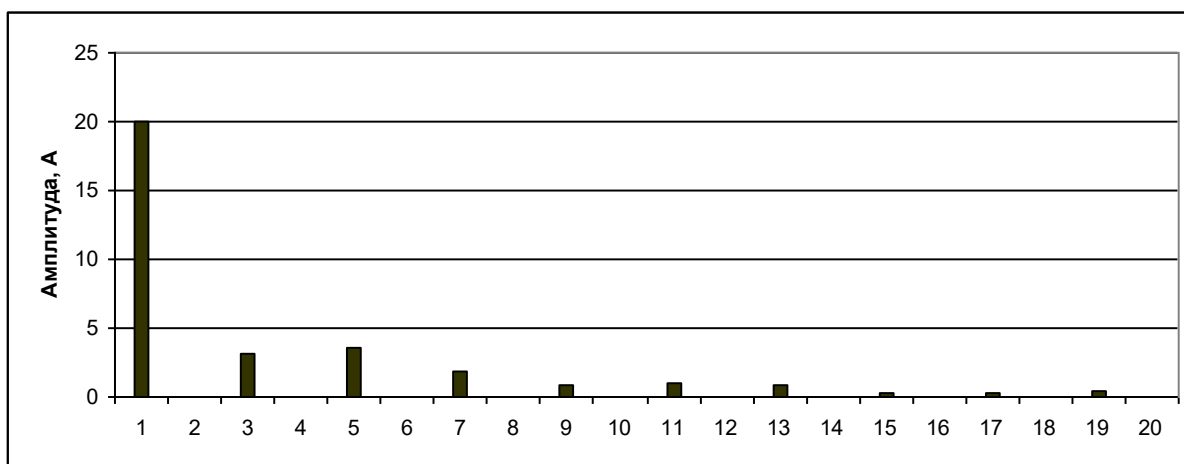


Рисунок 3.23 – Амплитудный спектр тока фазы А

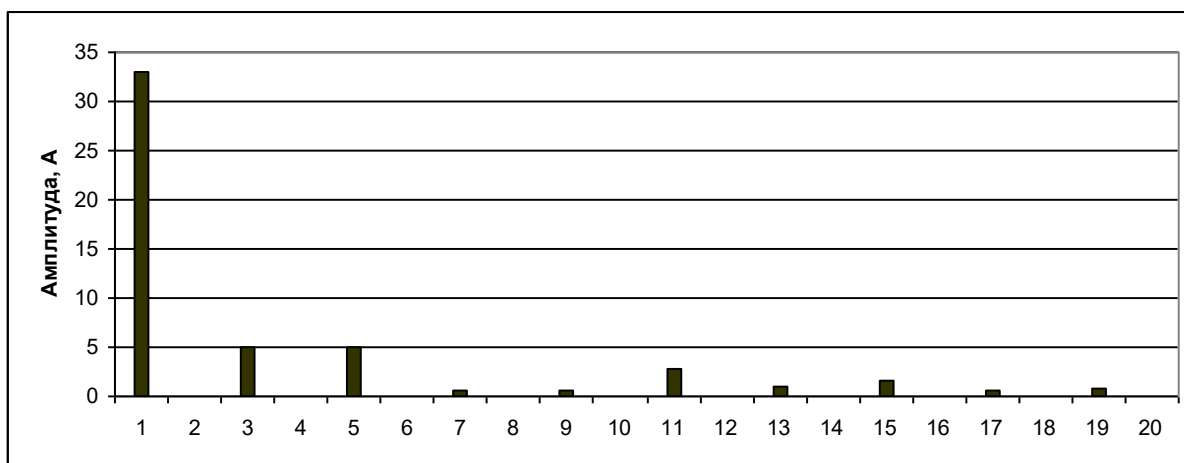


Рисунок 3.24 – Амплитудный спектр тока фазы В

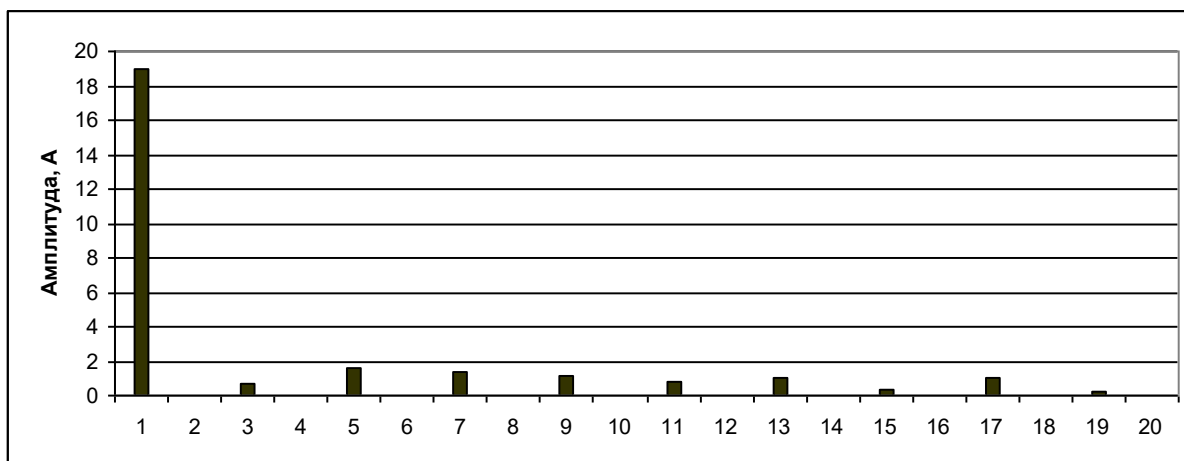


Рисунок 3.25 – Амплитудный спектр тока фазы С

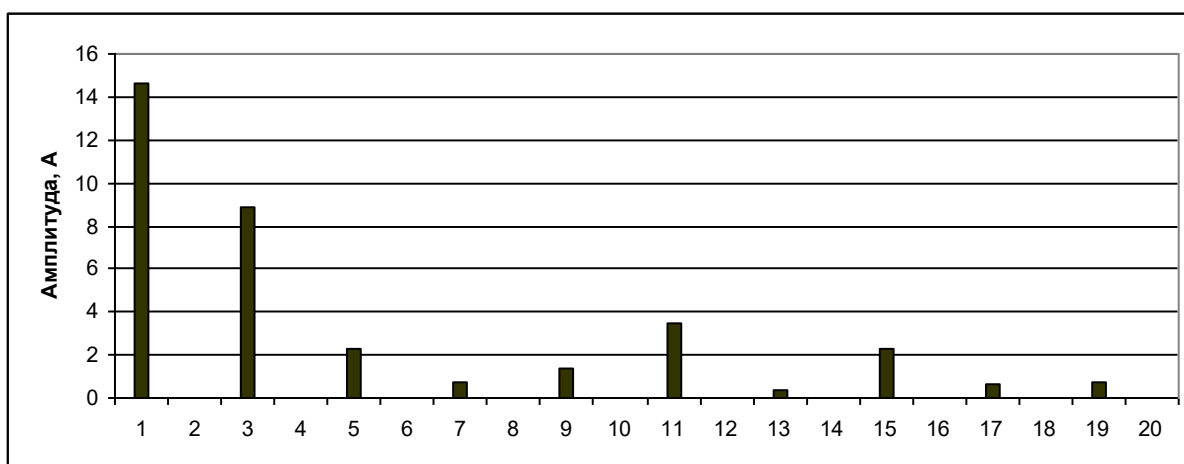


Рисунок 3.26 – Амплитудный спектр тока нулевого провода

Таблица 3.7 – Результаты обработки данных спектрального анализа токов и напряжений на вводе в подъезд многоквартирного дома

Показатель	Фаза А	Фаза В	Фаза С	Нулевой провод
$THD_I, \%$	27,2	24,8	16,3	70,9

Как видно из таблицы 3.7 и рисунков 3.21-3.26 уровень несинусоидальности токов достаточно высок. При этом в спектре достаточно заметна доля гармоник нулевой последовательности, что объясняет «засоренность» спектра тока нулевого провода.

3.2 Проведение инструментальных исследований в системе теплоснабжения УЛК. Анализ результатов.

3.2.1 Оценка состояния технической документации, договорных отношений с энергоснабжающими организациями.

Вопросы, связанные с заключением договоров на поставку и потребление тепловой энергии (горячая вода), определены документами, которые ведут и контролируют следующие подразделения ВУЗа: отдел капитального строительства; отдел главного механика; начальник котельной (*договора, контракты*).

Договоры и контракты оформляются своевременно. Все условия договоров выполняются. Ведется ежемесячный учет поставки, потребления и оплаты энергоресурсов и воды. Информация о выполнении договоров и контрактов своевременно докладывается руководству. Вся документация находится в хорошем состоянии.

3.2.2 Анализ финансовых затрат на потребляемые энергоресурсы.

Для оценки финансовых затрат на потребленные энергоресурсы (электроэнергия, тепловая энергия, водопроводная вода) был проведен анализ оплаченных счетов УЛК за 2018 (*базовый*) и 2019 (*текущий*) годы. Сводные данные по энергопотреблению и финансовым затратам представлены в таблице 3.8.

Анализ приведенных в таблице данных показывает, что в 2018 г. из суммарных затрат в 2690,118 тыс. руб.:

- на оплату тепловой энергии – 1133,199 тыс. руб. (42,12%)
- на оплату водопроводной воды (с учетом водосброса) приходится 1556,919 тыс. руб. (57,88%).

Сравнительный анализ по годам указывает на понижение расхода в 2019 году тепловой энергии по сравнению с 2018 годом, связанное с теплой зимой.

Таблица 3.8 – Сведения о потреблении энергоресурсов

	Единицы измерения	Базовый год 2018 г.	Текущий год 2019 г.
Тепловая энергия	тыс. Гкал	3237,2	3146,4
	тыс. руб.	1133,199	1101,240
	т у.т.	462,920	449,935
Водопроводная вода	тыс. м ³	39,875	40,194
	тыс. руб.	1556,919	1569,375
Суммарные затраты	тыс. руб.	2690,118	2670,615

Структура распределения затрат на теплоснабжение и водоснабжение представлена на рисунке 3.27.

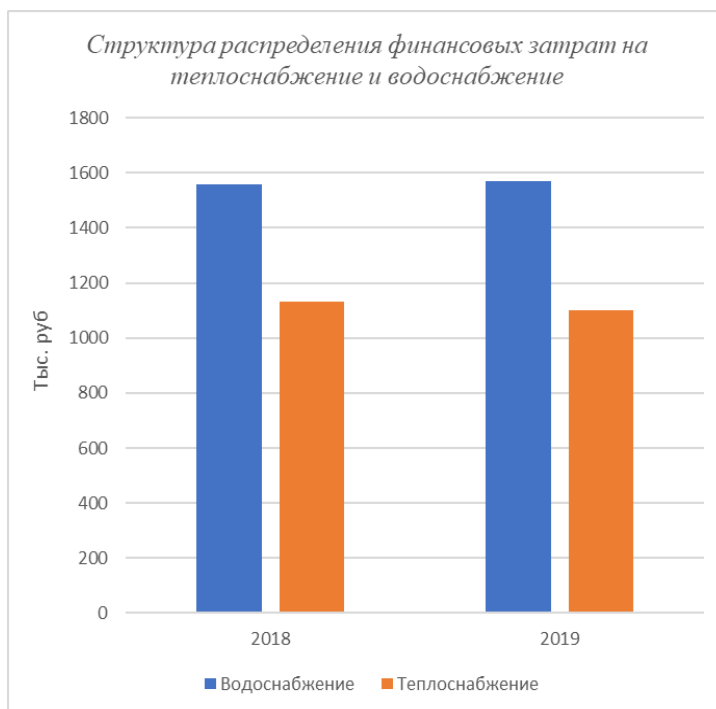


Рисунок 3.27 – Структура распределения финансовых затрат на теплоснабжение и водоснабжение

По сравнению с 2018 г. финансовые затраты в 2019 г. уменьшились на 0,73%.

Это связано с неравномерным использованием энергоресурсов в течение 2018 – 2019 г.г.

В ходе оценки затрат на энергоресурсы было выявлено, что приоритетным направлением по энергосбережению и экономии финансовых средств является разработка мероприятий по экономии воды и тепловой энергии.

3.2.3. Характеристика системы теплоснабжения.

Теплоснабжение УЛК осуществляется от собственных котельных и водяной тепловой сети Северо-Западным районом теплосети, работающей по температурному графику $(130 \div 70)^\circ\text{C}$ и водяной теплосети центрального района, работающей по температурному графику $(130 \div 70)^\circ\text{C}$.

Тепловая энергия поступает через индивидуальный тепловой пункт. На вводах установлены счетчики коммерческого учета.

Тепловая энергия используется на отопление, приточную вентиляцию и горячее водоснабжение.

Присоединение системы отопления осуществляется по зависимой схеме с элеватором.

Присоединение системы приточной вентиляции осуществляется непосредственно к системе теплоснабжения (на ИТП, по зависимой схеме).

Приготовление горячей воды для хозяйственно-бытовых нужд осуществляется в водо-водяных подогревателях, установленных на тепловом вводе потребителя.

Суммарная договорная нагрузка системы теплоснабжения – 0,8284 Гкал/ч.

Годовое фактическое теплопотребление учебно-лабораторного корпуса в 2018 г. (*базовом*) составило 3237,2 Гкал.

В 2019 (*текущем*) году фактическое теплотребление составило 3146,4 Гкал.

УЛК рассчитывается за всю тепловую энергию, поступающую из теплосети, по показаниям теплосчетчиков, установленных на тепловых вводах, в соответствии с действующим тарифом на тепловую энергию.

3.2.4 Анализ структуры распределения тепловой энергии.

Суммарное потребление тепловой энергии ВУЗом и финансовые затраты за тепловую энергию по месяцам в 2018 (*базового*) и 2019 (*текущего*) г.г. представлено в таблице 3.9.

Анализ данных табл. 3.9, показывает, что потребление тепловой энергии в 2019 г. по сравнению с 2018 г. *уменьшилось* на 2,8 %.

Таблица 3.9 – Сведения о потреблении энергоресурсов

№ п/п	Месяц	Теплопотребление, Гкал	Тариф, руб./Гкал	Затраты (без НДС), тыс. руб.
2018 г.				
1	январь	558,2	350	195,401
2	февраль	569,6	350	199,391
3	март	512,3	350	179,333
4	апрель	194,6	350	68,121
5	май	36,7	350	12,847
6	июнь	36,9	350	12,917
7	июль	36,4	350	12,742
8	август	36,5	350	12,777
9	сентябрь	36,8	350	12,882
10	октябрь	218,7	350	76,557
11	ноябрь	464,1	350	162,461
12	декабрь	536,4	350	187,770

	Всего	3237,2		1133,199
2019 г.				
1	январь	544,1	350	190,44
2	февраль	574,4	350	201,04
3	март	498,3	350	174,41
4	апрель	187,2	350	65,52
5	май	36,8	350	12,88
6	июнь	36,7	350	12,85
7	июль	36,2	350	12,67
8	август	36,4	350	12,74
9	сентябрь	36,9	350	12,92
10	октябрь	198,5	350	69,48
11	ноябрь	436,7	350	152,85
12	декабрь	524,2	350	183,47
	Всего	3146,4		1101,240

3.2.5 Отопление и вентиляция.

Отопление здания УЛК – водяное и осуществляется от индивидуального теплового пункта, оборудованного в подвале корпуса.

Отопительная система корпуса организована по двухтрубной схеме с нижней разводкой, в качестве отопительных приборов в корпусе установлены чугунные радиаторы.

Присоединение отопительной нагрузки к тепловой сети осуществляется по зависимой схеме.

Тепловой пункт и узлы управления оборудованы элеваторами, подающими насосами, запорной арматурой, грязевиками, водомерами, термометрами и манометрами.

В ходе проведения обследования была сделана расчетная оценка тепловых нагрузок на отопление и вентиляцию учебного корпуса при

расчетных температурах наружного воздуха минус 19°C и внутри помещений +18°C в соответствии со СП, кубатурой здания и удельными отопительно-вентиляционными характеристиками.

Максимальный часовой расход тепла на отопление определяется по формуле:

$$Q_o^{\text{час}} = q_o^{\text{час}} \cdot V \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{нар}}^{\text{р}}) \cdot 10^{-6}, \text{ Гкал/ч}, \quad (3.16)$$

где $q_o^{\text{час}}$ – удельная тепловая характеристика отопления зданий, ккал/(м³·ч·°С);

V – наружный объем здания, м³;

$t_{\text{вн}}$ – температура воздуха внутри помещения, $t_{\text{вн}} = 18^\circ\text{С}$;

$t_{\text{нар}}^{\text{р}}$ – расчетная температура наружного воздуха за отопительный период,

для г. Ставрополя $t_{\text{нар}}^{\text{р}} = -19^\circ\text{С}$.

Годовой расход тепла на отопление определяется по формуле:

$$Q_o^{\text{год}} = Q_o^{\text{час}} \cdot \frac{(t_{\text{вн}} - t_{\text{нар}}^{\text{ср}})}{(t_{\text{вн}} - t_{\text{нар}}^{\text{р}})} \cdot n_o, \text{ Гкал/год}, \quad (3.17)$$

где $t_{\text{нар}}^{\text{ср}}$ – средняя температура наружного воздуха за отопительный период, °С;

n_o – продолжительность отопительного периода, ч.

Максимальный часовой расход тепла на вентиляцию определяется по формуле:

$$Q_v^{\text{час}} = q_v^{\text{час}} \cdot V \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{нар}}^{\text{р}}) \cdot 10^{-6}, \text{ Гкал/ч}, \quad (3.18)$$

где $q_v^{\text{час}}$ – удельная вентиляционная характеристика зданий, ккал/(м³·ч·°С).

Годовой расход тепла на вентиляцию определяется по формуле:

$$Q_v^{\text{год}} = Q_v^{\text{час}} \cdot \frac{(t_{\text{вн}} - t_{\text{нар}}^{\text{ср}})}{(t_{\text{вн}} - t_{\text{нар}}^{\text{р}})} \cdot \tau \cdot Z_o, \text{ Гкал/год}, \quad (3.19)$$

где τ – продолжительность отопительного периода;

Z_o – продолжительность работы системы вентиляции в течение суток.

Таблица 3.10 – Распределение расчетно-нормативных тепловых нагрузок на отопление и вентиляцию по корпусам и зданиям в 2018 г.

Наименование корпусов и зданий	Отопление $Q_o^{нор}$, Гкал/год	Вентиляция $Q_v^{нор}$, Гкал/год
Учебно-лабораторный корпус	2298,08	487,6

Из анализа расчетных данных видно (рисунок 3.28), что основная тепловая нагрузка приходится на отопление (82,5 %), на вентиляцию приходится 17,5 % тепловой нагрузки.



Рисунок 3.28 – Распределение тепловой энергии на отопление и вентиляцию.

3.2.6. Горячее водоснабжение.

Горячая вода используется для хозяйственно-бытовых нужд. Водопроводная вода нагревается до 55°C и поступает на водоразборные

краны, в столовую для приготовления пищи и на моечные машины, в буфеты на моечные ванны для мойки посуды.

Приготовление горячей воды осуществляется в водо-водяных кожухотрубчатых подогревателях, установленных корпусе. Максимальная договорная часовая нагрузка тепловой энергии на горячее водоснабжение составляет 0,054600 Гкал/ч.

Анализ отчетных данных показывает, что в летний период тепловая нагрузка определяется работой системы горячего водоснабжения.

Потребление горячей воды определяется количеством посудомоечных машин или моек, водоразборных кранов, а также количеством сотрудников и студентов.

В ходе проведения обследования сделаны расчетные оценки потребления тепловой энергии на горячее водоснабжение на 2018 г. (базовый), в соответствии с СП 30.13330.2016 «Внутренний водопровод и канализация зданий».

В соответствии с СП приняты нормы расхода горячей воды:

- административный и вспомогательный персонал – 5,1 л/сут.;
- студенты, профессорско-преподавательский состав – 6,8 л/сут.;
- расход горячей воды на приготовление одного блюда – 3,4 л/блюдо.

Расход горячей воды определяется по формуле:

$$G_{ГВ}^{общ} = q_{ГВ} \cdot n \cdot \tau_p \cdot 10^{-3}, \text{ м}^3/\text{Год}, \quad (3.20)$$

где $q_{ГВ}$ – норма расхода горячей воды на одного человека;

n – количество людей.

τ_p – время использования.

$$G_{ГВ}^{общ} = (5,1 \cdot 22 \cdot 220 + 6,8 \cdot 2237 \cdot 220) \cdot 10^{-3} = 3372 \text{ м}^3/\text{Год}$$

Расход тепловой энергии для приготовления горячей воды определяется по формуле:

$$Q_{ГВ}^{общ} = G_{ГВ}^{общ} \cdot C_B \cdot (t_{ГВ} - t_{ХВ}) \cdot 10^{-3}, \text{ Гкал/год}, \quad (3.21)$$

где C_B – теплоемкость воды, $C_B = 1$ ккал/(кг·°С);

$t_{ГВ}$ – среднегодовая температура горячей воды, $t_{ГВ} = +55^\circ\text{С}$.

$t_{ХВ}$ – среднегодовая температура холодной воды, $t_{ХВ} = +10^\circ\text{С}$.

$$Q_{ГВ}^{общ} = 3372 * 1 * (55-10) 10^{-3} = 151,74 \text{ Гкал/год}$$

Расход горячей воды в столовых и буфетах определяется по формуле:

$$G_{ГВ}^{ст} = (q_{ГВ}^M \cdot N_M \cdot \tau_p + q_{ГВ}^{бл} \cdot N_{бл} \cdot \tau_p) \cdot 10^{-3}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (3.22)$$

где $q_{ГВ}^M$ – норма расхода горячей воды на один моечный кран;

N_M – количество работающих моечных кранов;

$q_{ГВ}^{бл}$ – норма расхода горячей воды на приготовление одного блюда;

$N_{бл}$ – количество блюд в сутки;

τ_p – число часов использования.

$$G_{ГВ}^{ст} = (280 * 3 * 3500 + 3,4 * 5 * 3500) 10^{-3} = 2999,5 \text{ м}^3/\text{год}$$

Расход тепловой энергии для приготовления горячей воды в столовых и буфетах:

$$Q_{ГВ}^{ст} = G_{ГВ}^{ст} \cdot C_B \cdot (t_{ГВ} - t_{ХВ}) \cdot 10^{-3}, \text{ Гкал/год}. \quad (3.23)$$

$$Q_{ГВ}^{ст} = 2999,5 * 1 * (55-10) 10^{-3} = 134,98 \text{ Гкал/год}$$

Результаты расчета представлены в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Потребление тепловой энергии на горячее водоснабжение

Потребители горячей воды	Теплопотребление, Гкал/год
Студенты и преподаватели	151,78
Административный и вспомогательный персонал	
Столовая, буфеты	134,98
Итого	286,76

Сводные данные по определению расхода горячей воды и тепла на горячее водоснабжение для хозяйственно-бытовых нужд представлены в

таблице 3.12, в которой отражены также сторонние потребители и указан способ расчета за потребление горячей воды (приборный учет, договор).

Таблица 3.12 – Данные по расчетно-нормативному потреблению горячей воды на хозяйственно-бытовые цели.

№ п/п.	Потребители тепла. Корпус, здание	Кол-во студентов	Кол-во преподавателей и научных сотрудников	Кол-во учебно-вспомогат. и др. персонала	Годовой расход воды, м ³ /год	Годовой расход тепла, Гкал/год	Примечание
1	Учебно-лабораторный корпус	2247	90	22	6371,5	286,76	
2	Сторонние потребители	-	-	-	-	-	
	Итого				6371,5	286,76	

Анализ расчетных данных за 2018 (*базовый*) год (рисунок 3.29) показывает, что большее количество горячей воды расходуется на студентов и преподавателей.

Проведенные обследования работы подогревателей горячей воды показывают, что в некоторых местах отсутствует изоляция, имеют место утечки воды через сальниковые уплотнения циркуляционных насосов. Это приводит к нерациональным потерям тепла.

Для получения объективной и достоверной информации о потреблении тепла на горячее водоснабжение в течение года необходимо организовать в тепловом пункте приборный учет потребления горячей воды путем установки счетчиков-водомеров на подающей линии горячей воды.

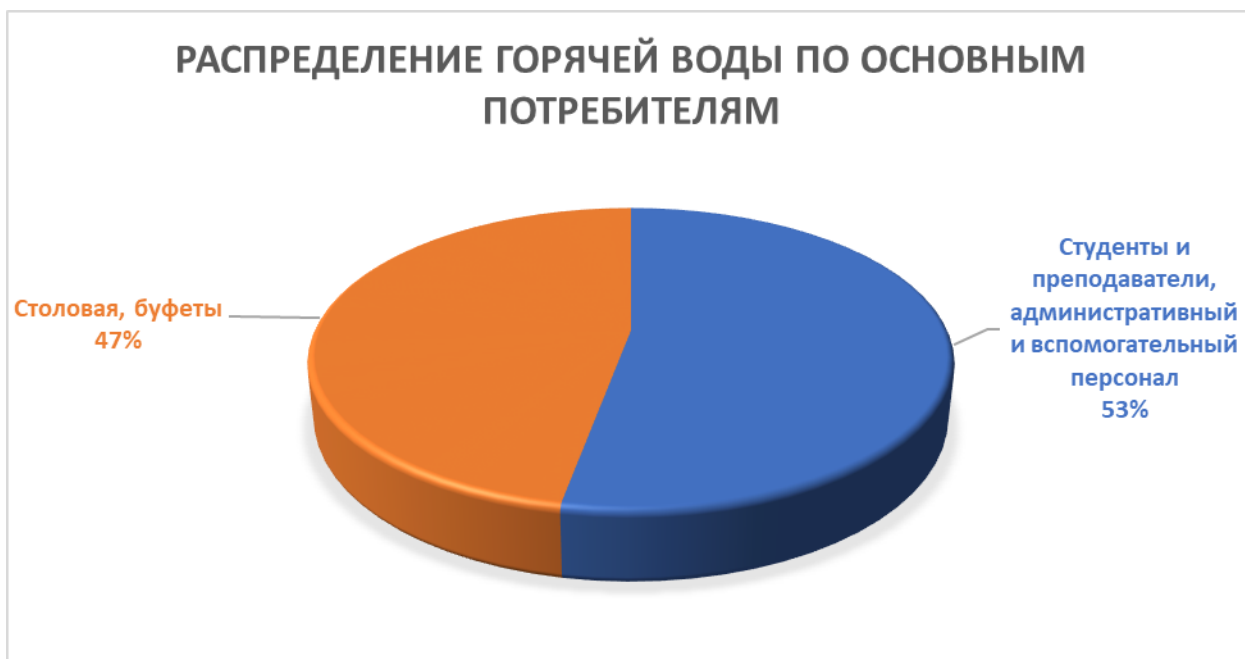


Рисунок 3.29 – Распределение горячей воды по основным потребителям.

На основе показаний водомеров о расходе горячей воды и значений температуры нагреваемой воды в водяных подогревателях можно определить фактический расход тепла на горячее водоснабжение.

3.2.7. *Баланс теплопотребления.*

Полученные расчетно-нормативные оценки потребления тепла на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение, а также результаты визуальной и инструментальной оценки соблюдения санитарно-гигиенических норм и правил позволили составить баланс теплопотребления и сравнить полученные результаты с фактическим теплопотреблением в 2018 г. (базовом году).

Баланс теплопотребления представлен в таблице 3.13.

Баланс теплопотребления состоит из приходной части (фактическое теплопотребление) и расходной части – расчетно-нормативное потребление тепловой энергии, идущей на отопление, вентиляцию и горячее

водоснабжение учебно-лабораторного корпуса, сторонних потребителей и потерь.

Таблица 3.13 – Баланс потребления тепловой энергии в 2008 г.

Статья баланса	Суммарный расход тепла, Гкал/год
Приход:	3237,2
Расход:	
Отопление	2298,08
Вентиляция	487,6
Горячее водоснабжение	286,76
Сторонние потребители	0,0
Потери в сетях	164,76
Итого расход:	3237,2

Разница между расчетно-нормативным и фактическим теплопотреблением определяется отсутствием приборного учета тепловой энергии, отпускаемой котельной.

Исходя из вышесказанного, следует, что суммарный расход тепловой энергии, в 2018 г. (базовый год), не является фактическим. Поэтому потери, определенные при составлении теплового баланса значительно выше реальных потерь тепловой энергии. Фактическое теплопотребление корпусом значительно больше расчетного, что связано с высоким уровнем инфильтрации через световые проемы и большие теплопотери через панельные стены.

Проведенное обследование и расчетные оценки нормативного потребления тепловой энергии позволяют отметить, что расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию составляет большую часть от общего теплопотребления.

Структура распределения тепловой энергии (рисунок 3.30) показывает, что приоритетным направлением по энергосбережению является отопление.



Рисунок 3.30 – Распределение тепловой энергии по направлениям использования.

В ходе проведенного обследования выяснилось, что необходимо организовать приборный учет горячего водоснабжения. Установка счетчика позволяет производить оплату фактического потребления тепловой энергии.

Также, чтобы снизить затраты тепловой энергии на отопление, необходимо провести реконструкцию индивидуального теплового пункта, с изменением схемы подключения тепловой сети на независимую.

3.2.8. Водоснабжение.

Водоснабжение учебно-лабораторного корпуса и сторонних потребителей осуществляется из городской водопроводной сети. На вводах установлены подкачивающие и пожарные насосы.

Вводы водопроводной воды в здание оборудованы приборами коммерческого учета – водомерами типа ПРЭМ и СВМ.

Водопроводная вода используется на хозяйственно-бытовые и питьевые нужды:

- в умывальниках и санузлах;
- в столовой и буфетах (для приготовления пищи и мытья посуды);
- в пожарных и поливочных кранах;

Водопроводная вода используется также в водо-водяных подогревателях, установленных на тепловых вводах корпуса для нагрева ее теплофикационной водой для целей горячего водоснабжения и на подпитку тепловой сети.

Расчет за водопотребление осуществляется ежемесячно на основании показаний водомеров. Установленный лимит водопотребления для УЛК в 2018 г. (базовом) составлял 3536 м³ в мес.

Сброс сточных вод в городскую канализацию, согласно договору, составляет 100%.

Суммарное потребление воды в 2018 г. (базовом) составляет 39875 тыс. м³.

Финансовые затраты за воду с учетом водосброса составили 1556,919 тыс. руб.

Данные по водопотреблению и финансовым затратам за 2018 (базовый) и 2019 (текущий) г.г. представлены в таблице 3.14.

Увеличение потребления воды в 2019 г. (текущем) по сравнению с предыдущим 2018 г. (базовым) (таблица 3.14) обусловлено сверхнормативным потреблением воды на подпитку системы теплоснабжения.

В связи с отсутствием повсеместного приборного учета потребления воды непосредственно на хозяйственно-бытовые и питьевые нужды, расход холодной воды определяется расчетным путем по нормативным данным из СП 30.13330.2012 «Внутренний водопровод и канализация зданий».

Таблица 3.14 – Водопотребление и финансовые затраты за 2018-2019 г.г.

№ п/п	Месяцы	Водопотребление, м ³	Финансовые затраты с учетом водосброса, тыс. руб.	Тарифы, потребление/водосброс, руб./м ³
2018 г.				
1	январь	2682	104,719	39,045
2	февраль	3147	122,875	39,045
3	март	3324	129,786	39,045
4	апрель	3556	138,844	39,045
5	май	3123	121,938	39,045
6	июнь	3659	142,866	39,045
7	июль	3357	131,074	39,045
8	август	3486	136,111	39,045
9	сентябрь	3579	139,742	39,045
10	октябрь	3470	135,486	39,045
11	ноябрь	3318	129,551	39,045
12	декабрь	3174	123,929	39,045
	Всего	39875	1556,919	
2019 г.				
1	январь	2652	103,547	39,045
2	февраль	3212	125,413	39,045
3	март	3485	136,072	39,045
4	апрель	3517	137,321	39,045
5	май	3123	121,938	39,045
6	июнь	3598	140,484	39,045
7	июль	3409	133,104	39,045
8	август	3524	137,595	39,045
9	сентябрь	3586	140,015	39,045
10	октябрь	3492	136,345	39,045
11	ноябрь	3364	131,347	39,045
12	декабрь	3232	126,193	39,045
	Всего	40194	1569,375	

Годовой расход водопроводной воды по потребителям рассчитывается по формуле:

$$G_{\text{год}} = n \cdot N \cdot \tau \cdot 10^{-3}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (3.24)$$

где n – норма расхода водопроводной воды, л/сут.; N – количество потребителей. τ – время потребления холодной воды, сут.

В соответствии с нормами расхода воды потребителями и исходными данными о численности были получены следующие результаты:

Расход воды на хозяйственно-бытовые нужды, исходя из численности учащихся и работающих УЛК 2359 человек, будет равен:

$$G_{\text{год}}^{\text{корп.}} = 37,5 * 2359 * 365 * 10^{-6} = 32,29 \text{ тыс. м}^3/\text{год.}$$

Остальное количество потребляемой воды, включая столовую, буфеты равно:

$$\Delta G_{\text{год}} = 39,875 - 32,29 = 7,585 \text{ тыс. м}^3/\text{год.}$$

Основная доля годового водопотребления (расчетно-нормативного) приходится на хозяйственно-бытовые нужды – 80,97 %.

Кроме этого, динамика водопотребления в период с 2018 по 2019 год показывает незначительный рост расхода воды.

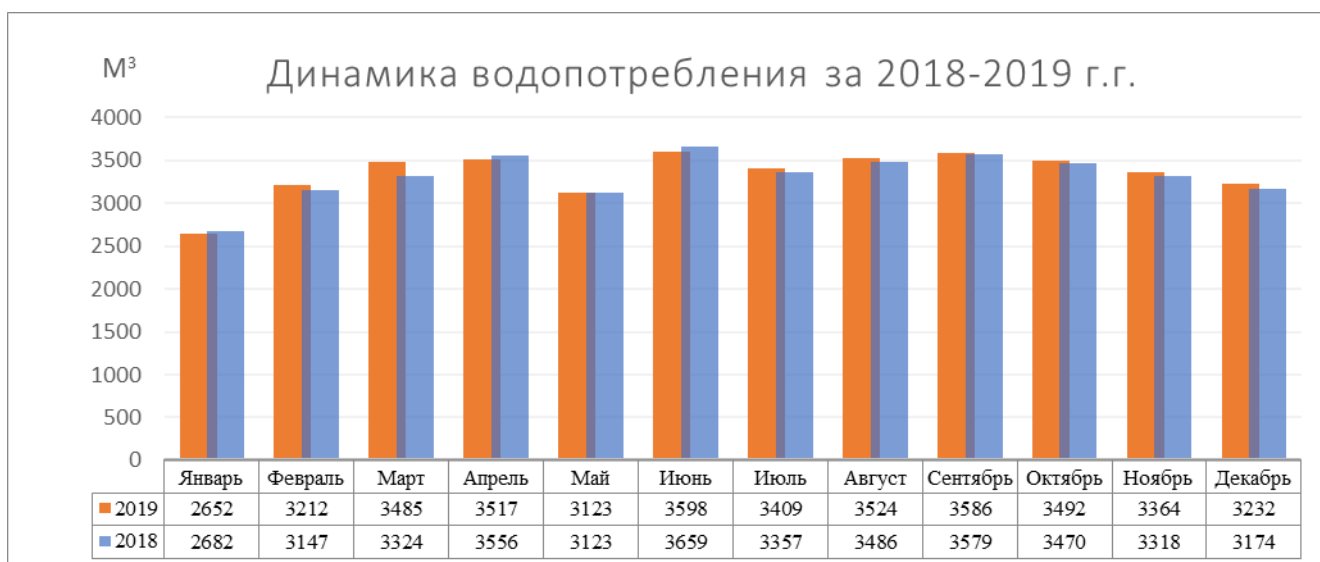


Рисунок 3.31 – Динамика водопотребления за 2018-2019 г.г.

Направлениями работы по экономии водопроводной воды являются:

- систематический контроль за потреблением водопроводной воды на основе показаний водомеров и анализ причин, вызывающих увеличение водопотребления;
- своевременное устранение утечек в запорной арматуре (вентили, задвижки, фланцы) на подводящих трубопроводах, к водоразборным точкам и санузлам, в сальниках подкачивающих насосов и поддержание в исправном состоянии всего оборудования системы водоснабжения;
- проведение поэтапной замены водоразборной арматуры и санитарно-технических приборов на современное оборудование.

3.2.9 Удельные расходы энергоресурсов и воды.

Показателями эффективности использования энергоресурсов и воды являются:

- удельные расходы электроэнергии на одного человека, а также удельный расход электрической энергии на освещение;
- удельные расходы тепловой энергии на м³, м² отапливаемых зданий и на одного человека (студента и работающего);
- удельные расходы водопроводной воды на одного человека.

В УЛК общая численность студентов, преподавателей, административно-вспомогательного персонала составляет 2359 человек.

Суммарный объем учебных корпусов и зданий ВУЗа составляет 45110 м³.

Учебные корпуса и здания занимают суммарную площадь – 6851,7 м², из которых площадь отапливаемых помещений составляет 6314,5 м².

Удельные расходы тепла на м³ отапливаемых зданий:

$$q = Q / V, \text{ Гкал/м}^3, \quad (3.25)$$

где Q – годовой расход тепла, Гкал/год; V – суммарный объем отапливаемых зданий, м³.

$$q = 3237,2 / 45110 = 0,0718 \text{ Гкал/м}^3.$$

Удельные расход тепла на м² отапливаемых зданий:

$$q = Q / F, \text{ Гкал/м}^2, \quad (3.26)$$

где F – площадь отапливаемых корпусов и зданий, м^2 .

$$q = 3237,2 / 6314,5 = 0,513 \text{ Гкал/м}^2.$$

Удельные расходы тепла на одного человека:

$$q = Q / N, \text{ Гкал/чел.}, \quad (3.27)$$

где N – численность всех сотрудников, чел.

$$q = 3237,2 / 2359 = 1,372 \text{ Гкал/чел.}$$

Удельный расход воды на одного человека (студента и работающего):

$$g = G / N, \text{ м}^3/\text{чел.}, \quad (3.28)$$

где G – годовой расход водопроводной воды, м^3 ; N – численность студентов и сотрудников, чел.

$$g = 39875 / 2359 = 16,9 \text{ м}^3/\text{чел.}$$

Результаты и выводы по разделу

1. Анализ напряжений на вводе в УЛК показал, что в трехфазной системе присутствует заметная несимметрия. При этом отмечено, что разность фазных напряжений на вводах заметно больше разности междуфазных напряжений, что указывает на повышенный уровень несимметрии по нулевой последовательности. Анализ также показал, что имеет место систематическое превышение напряжение по одной из фаз сети (фаза А). Это может свидетельствовать о систематической несимметрии нагрузок по фазам исследуемой сети.
2. Отмечено весьма малое изменение частоты на всем протяжении суточных измерений, составляющее не более $\pm 0,04$ Гц.
3. Анализ отклонения напряжения на вводах показал, что требования стандарта к уровню отклонения напряжений не выполняются для всех фаз питающей сети. Длительное отклонение составило более 5 %. При этом оценка этого же показателя по напряжению прямой последовательности также выявила нарушение требований стандарта (отклонение более 5 %).
4. Анализ несимметрии напряжений показал, что уровень несимметрии напряжений по обратной последовательности достаточно низок и не достигает нормально допустимого уровня, тогда как уровень несимметрии по нулевой последовательности очень высок и не соответствует требованиям существующего стандарта.
5. Спектральный анализ токов на вводе показал, что спектры токов представлены в основном нечетными гармониками. Доля четных гармонических сигналов в общем спектре составляет не более 1 %. При этом в спектре тока заметную долю составляют гармоники

нулевой последовательности, что может служить причиной повышения токов нулевого провода.

6. На все виды энергоснабжения имеются рабочие и принципиальные схемы в бумажном и электронном виде. Схемы своевременно дорабатываются и корректируются.
7. В ходе оценки затрат на энергоресурсы было выявлено, что приоритетным направлением по энергосбережению и экономии финансовых средств является разработка мероприятий по экономии воды и тепловой энергии.
8. Проведенное обследование и расчетные оценки нормативного потребления тепловой энергии позволяют отметить, что расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию составляет большую часть от общего теплоснабжения УЛК.
9. Направлениями работы по экономии водопроводной воды являются:
 - систематический контроль за потреблением водопроводной воды на основе показаний водомеров и анализ причин, вызывающих увеличение водопотребления;
 - своевременное устранение утечек в запорной арматуре (вентили, задвижки, фланцы) на подводящих трубопроводах, к водоразборным точкам и санузлам, в сальниках подкачивающих насосов и поддержание в исправном состоянии всего оборудования системы водоснабжения;
 - проведение поэтапной замены водоразборной арматуры и санитарно-технических приборов на современное оборудование.

4. РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

4.1 Разработка рекомендаций по повышению эффективности использования энергетических ресурсов

4.1.1 Утепление наружных ограждающих конструкций.

Зачастую, самой проблемной частью здания являются потери через ограждающие конструкции. Утепление их позволит сохранить большую долю энергии, уходящей через стены здания. Утеплению подлежат все фасады здания.

Одним из способов утепления является пенополистирол. Пенополистирол – это экологически чистый материал белого цвета, сделанный из вспененного полистирола. Своими выдающимися теплоизоляционными качествами пенопласт (пенополистирол) обязан основной своей составляющей – воздуху. Как известно, воздух является отличным естественным теплоизолятором, что позволяет плитам из пенопласта высококлассно справляться с функцией утепления целого ряда различных помещений и построек. Дешевизна, легкость в обращении и долговечность теплоизоляции из пенопласта – это основные качества. По данным производителя пенополистирол экономит до 70% тепла.

4.1.2 Уплотнение дверных проемов.

Уплотняются наружные и внутренние прихлопы дверей. При этом потери теплоты за счет уменьшения инфильтрации холодного воздуха, согласно, снижаются на 10-20 % от величины потерь через двери.

4.1.3 Установка автоматизированного теплового пункта с независимой схемой присоединения.

Сегодня автоматизированный тепловой пункт — является наиболее эффективным источником энергосбережения, позволяет существенно сократить потребление тепловой энергии и повысить ее качество, обеспечивая комфортную температуру в помещениях путем автоматического регулирования параметров теплоносителя.

Установка автоматизированных тепловых пунктов с независимой схемой присоединения позволит:

- получить экономию тепловой энергии до 30% от общего теплопотребления;
- заменить устаревшее оборудование теплового пункта, которое выработало свой срок;
- повысить комфорт в помещениях за счет поддержания постоянного температурного режима;
- улучшить гидравлический режим систем отопления;
- оптимизировать количество теплоты, поступающей в систему отопления.

4.1.4 Установка регулирующих вентилей на отопительных приборах.

Альтернативой автоматическому регулятору отопительной системы является установка регулирующих вентилей на подводках к отопительным приборам. Вентили дают возможность потребителю регулировать расход тепла в зависимости от своих собственных потребностей. По данным годовая экономия тепловой энергии при установке регулирующих вентилей составляет 8÷10 % от общего теплопотребления здания.

4.1.5 Применение экранов-отражателей за радиаторами отопления.

В целях снижения теплопотерь рекомендуется установка зарефлекторных отражательных экранов (например, из материалов Пенофол и Фольга).

Отражающая изоляция ПЕНОФОЛ - представляет собой комбинированный материал. Это слой вспененного полиэтилена, с одной или двух сторон покрытый алюминиевой фольгой высокого качества. Материал тонкий, гибкий, легкий, экологически чистый. ПЕНОФОЛ при своей малой толщине имеет высокое термическое сопротивление теплопередаче, обладает хорошим сопротивлением диффузии водяного пара и низким водопоглощением. Высокая эффективность материала обусловлена низкой теплопроводностью пенополиэтилена и высокими отражающими характеристиками алюминиевой фольги. По данным производителя применение экранов снижает потребление тепловой энергии на 2 -3 %.

4.1.6 Восстановление изоляции на трубопроводах тепловых пунктов.

Тепловые потери в отсутствии изоляции на трубопроводах ведут к перегреву помещения теплового пункта и нерациональному использованию тепловой энергии. На данный момент существует большое количество теплоизоляционных материалов для трубопроводов.

4.1.7 Замена ламп накаливания на энергосберегающие лампы.

Замена ламп накаливания на энергосберегающие лампы позволяет сократить расходы на электричество на 40% и более. При этом светоотдача остается прежней, а срок службы источников света значительно увеличивается.

4.1.8 Установка аэраторов на смесителях, замена смесителей.

Утечки воды в смесительных приборах – одна из основных потерь холодной воды. Замена смесительных устройств позволит этого избежать. Установка же аэраторов позволит снизить расход воды на мытье рук и другие бытовые нужды.

4.1.9 Замена деревянных окон на пластиковые со стеклопакетами.

В большинстве помещений учебных корпусов и зданий старой постройки установлены деревянные оконные блоки. Потери тепла через окна в учебных корпусах вследствие физической изношенности оконных рам составляют до 20 % от суммарных потерь тепла через ограждающие конструкции. Необходима замена старых оконных блоков на стеклопакеты с улучшенными теплоизолирующими свойствами. По расчетным данным потери тепла в стеклопакетах ~ в 2 раза меньше, чем в старых деревянных оконных блоках.

4.1.10 Внедрение пофасадного регулирования системы отопления.

Пофасадное регулирование необходимо при значительном перепаде (градиенте) температур в помещениях, обращенных на северную и южную стороны, а также находящихся с наветренной и с заветренной стороны. Автоматизированное пофасадное регулирование частей системы отопления сопровождается дальнейшим сокращением теплотрат (до 12 %) по сравнению с теплотратами при обычном центральном качественном регулировании.

4.2 Разработанные мероприятия

Наименование проекта:

Перевод системы отопления с зависимой схемы присоединения к наружным сетям на независимую схему присоединения.

Цель проекта:

Повышение энергоэффективности системы отопления учебных корпусов за счет более эффективного режима регулирования температурного режима отопительных приборов.

Описание существующего положения:

Теплоснабжение корпусов осуществляется от водяной тепловой сети, работающей по температурному графику (130 ÷ 70) °С.

Тепловая энергия поступает через индивидуальные тепловые пункты (ИТП). На всех вводах установлены счетчики коммерческого учета.

Тепловая энергия используется на отопление, приточную вентиляцию и горячее водоснабжение.

Присоединение системы отопления осуществляется по зависимой схеме с элеватором.

Вода в системе теплоснабжения, поступающая от тепловой сети, имеет высокую коррозионную активность в связи с неудовлетворительной деаэрацией, что приводит к ее высокой загрязненности окалиной и шламом. В связи с этим регуляторы температуры работают неудовлетворительно и быстро выходят из строя, что характеризуется наблюдением нарушения температурного режима в аудиториях. Кроме этого, загрязняются трубы системы отопления и отопительные приборы. Это приводит к перерасходу тепловой энергии на 10-15%.

Описание проекта

Предлагается перейти к независимой схеме подключения системы отопления через теплообменник пластинчатого типа. Указанный тип теплообменника обладает высоким коэффициентом теплопередачи, в связи с чем - компактный и может быть установлен в любом тепловом пункте. Разборная конструкция теплообменника позволяет проводить профилактические работы по очистке поверхностей нагрева, которые имеют высокую долговечность вследствие их коррозионно-стойкого исполнения. Система отопления должна быть перед пуском тщательно промыта и заполнена химически очищенной водой. Для подпитки системы необходимо предусмотреть установку индивидуальной системы водоподготовки. Для обеспечения циркуляции теплоносителя устанавливается циркуляционный насос. Для компенсации прироста объема воды при нагреве теплоносителя рекомендуется установить расширитель закрытого типа. Схема ИТП с независимой схемой присоединения представлена в приложении Б

Расчет затрат на реализацию проекта

№ пп	Статья расходов	Затраты, тыс. руб.
1	Проектные работы	100
2	Затраты на оборудование	950
3	Затраты на демонтаж старого оборудования	150
4	Затраты на монтаж нового оборудования	400
5	Пуско-наладочные работы	80
6	Прочие расходы	
7	Итого затраты	1580

Расчет экономии энергоресурсов и срока окупаемости проекта

Потребление энергии до внедрения мероприятия		Потребление энергии после внедрения мероприятия		Экономия	
натур. ед. (Гкал)	тыс. руб.	натур. ед. (Гкал)	тыс. руб.	натур. ед. (Гкал)	тыс. руб.
3237,2	1133,2	2600	910	630,2	223,2

Срок окупаемости проекта составит около 7 лет.

С учетом ежегодного увеличения тарифов на тепловую энергию, внедрение проекта может считаться эффективным.

Календарный план работ по проекту

№ пп	Наименование работ	Срок		Примечание
		начала работ	окончания работ	
1	Проектирование	2020	2020	
2	Закупка оборудования	2020	2020	
3	Демонтаж	2020	2020	
4	Монтаж	2020	2021	
5	Пуско-наладочные работы	2021	2021	

Спецификация оборудования.

Позиция	Наименование и технические характеристики	Единица измерения	Количество
Оборудование			
K1	Теплообменный аппарат пластинчатый для системы горячего водоснабжения 0,027300ккал/, Ру10	шт	2
K2	Теплообменный аппарат пластинчатый для системы отопления 1084000 ккал/ч Ру10	шт	2
K3	Насос циркуляционный системы отопления Q=60м3, Н=140кПа, 3х380В, N=4 кВт	шт	2
K4	Насос циркуляционный с бронзовым корпусом для системы горячего водоснабжения Q=0,3м3, Н=10кПа, 1х240В, N=25 Вт	шт	2
K5	Закрытый расширительный бак системы отопления Pmax=1 МПа, tmax=100 °С, V=300 л.	шт	2
K6	Закрытый расширительный бак системы горячего водоснабжения Pmax=1 МПа, tmax=100 °С, V=8 л.	шт	1
K7	Клапан 2-х ходовой линейный, фланцевого исполнения Ду20 PN16 Kvs=6,3	шт	1
K8	Клапан 2-х ходовой линейный, фланцевого исполнения Ду80 PN16 Kvs=100	шт	1
K9	Привод для больших линейных клапанов 600Н, 20 мм, 24 В, 50 Гц, с возвратной пружиной.	шт	2
K10	Радиочастотный преобразователь солей жесткости.	шт	1
K11	Расходомер-счетчик электромагнитный DN20	к-т	2
K12	Расходомер-счетчик электромагнитный DN80	к-т	2
K13	Комплект соединительный монтажный КМ-20-25	к-т	1
K14	Комплект соединительный монтажный КМ-20-40	к-т	1
K15	Комплект соединительный монтажный КМ-80-100	к-т	2
K16	Клапан электромагнитный (соленоидный) Ду15 PN10, Т до 110 °С Kv=4м3/ч. Нормально-закрытый (НЗ), с катушкой 220В, 50 Гц	шт	1

K17	Шламоотводитель магнитный сетевой Ду100, Ру=6 бар, 110°C.	шт	1
K18	Грязевик абонентский, вертикальный Ду100	шт	1
K19	Фильтр сетчатый муфтовый латунный Ду20 (грязевик ¾") Ру=6 бар, 110°C	шт	1
K20	Фильтр сетчатый муфтовый латунный Ду25 (грязевик 1") Ру=6 бар, 110°C	шт	1
K21	Фильтр сетчатый муфтовый латунный Ду40 (грязевик 1 ½") Ру=6 бар, 110°C	шт	1
K22	Муфтовый сетчатый наклонный чугунный фильтр, Ру=16 бар, 150°C. Ду32.	шт	1
K23	Фланцевый сетчатый наклонный чугунный фильтр, Ру=16 бар, 150°C. Ду100.	шт	2
K24	Предохранительный клапан стальной давление настройки 6 бар, Ду20	шт	4
K25	Насос погружной дренажный 1/50/230В, G=6м3/ч, H=5м, N=0,29 кВт	шт	1
Арматура			
1	Кран шаровой латунный, 1/2" (Ду15), Pраб= 6 бар, T=110°C	шт	7
2	Кран шаровой латунный, 3/4" (Ду20), Pраб= 6 бар, T=110°C	шт	2
3	Кран шаровой латунный, 1" (Ду25), Pраб= 6 бар, T=110°C	шт	25
4	Кран шаровой латунный, 1 1/4" (Ду32), Pраб= 6 бар, T=110°C	шт	6
5	Кран шаровой латунный, 1 1/2" (Ду40), Pраб= 6 бар, T=110°C	шт	5
6	Кран шаровой стальной фланцевый стандартнопроходной PN40, Траб=110°C, DN50	шт	2
7	Кран шаровой стальной фланцевый стандартнопроходной PN50, Траб=110°C, DN50	шт	2
8	Кран шаровой стальной фланцевый стандартнопроходной PN16, Траб=110°C, DN100 с	шт	4

	механическим редуктором Х-41		
9	Дисковый поворотный затвор с электроприводом "АР-МОК" Ру=0,6МПа, Траб=110°С Ду32	шт	2
10	Дисковый поворотный затвор с электроприводом "АР-МОК" Ру=0,6МПа, Траб=110°С Ду50	шт	2
11	Дисковый поворотный затвор с ручным приводом Ру=0,6МПа, Траб=110°С Ду100	шт	12
12	Дисковый поворотный затвор с электроприводом "АР-МОК Ру=0,6МПа, Траб=110°С Ду100	шт	2
13	Кран шаровой PPRC DN 25	шт	1
14	Кран шаровой PPRC DN 40	шт	4
15	Кран шаровой PPRC DN 50	шт	1
16	Клапан обратный латунный муфтовый 3/4" (Ду20), Ру16, Т=95°С	шт	1
17	Клапан обратный латунный муфтовый 1" (Ду25), Ру16, Т=95°С	шт	1
18	Клапан обратный латунный муфтовый 1 1/2" (Ду40), Ру16, Т=95°С	шт	1
19	Клапан обратный межфланцевый Ру16 МПа, Ду100	шт	4
20	Воздухоотводчик автоматический поплавковый латунный 1/2 " 10 бар, 120°С.	шт	2
Закладные конструкции КИПиА			
21	Закладная конструкция для установки термопреобразователя на трубопроводе	шт	17
22	Кран трёхходовой для манометра с ручкой 1/2" 16 бар, 150°С	шт	57

5. РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

5.1 Перечень мероприятий по повышению качества электроэнергии и эффективности работы системы электроснабжения

Как было выявлено в 3-м разделе данной работы основные проблемы, касающиеся качества связаны со следующими факторами:

- 1) несоответствие уровня установившегося отклонения напряжения на вводе существующим нормам;
- 2) заметная степень несимметрии токов по нулевой последовательности и, как следствие, повышенная несимметрия фазных напряжений на вводе;
- 3) повышенный уровень несинусоидальности потребляемых токов;
- 4) относительно высокая доля нагрузочных потерь в питающей УЛК сети.

В качестве основных мероприятий, направленных на повышение качества электроэнергии и эффективности работы системы электроснабжения можно отметить следующие:

- 1) регулирование напряжения на подстанции, питающей рассматриваемую сеть;
- 2) симметрирование потребляемых токов;
- 3) снижение доли высших гармоник в спектрах потребляемых токов;
- 4) компенсация реактивной мощности (РМ) на вводе в УЛК.

Далее приведены обоснования каждого из перечисленных направлений.

5.2 Анализ и выбор мероприятий по повышению качества электроэнергии и эффективности работы системы электроснабжения

5.2.1 Регулирование напряжения

Как показали исследования, уровень напряжения на вводе в здание в заметной степени завышен. Математическое ожидание установившегося отклонения напряжения составляет для разных фаз от 4,07 % (фаза В) до 6,58 % (фаза А), для напряжения прямой последовательности математическое ожидание отклонения напряжения составило 4,89 %. При этом следует отметить систематичность данного ПКЭ.

В качестве мероприятия по решению данной проблемы можно рекомендовать изменение коэффициента трансформации на питающей ТП. Поскольку установленные трансформаторы имеют систему переключения без возбуждения (ПБВ) с шагом регулирования в 2,5 %, то основным и достаточным способом можно считать переключение трансформаторов на одну отпайку «вниз».

Однако данное мероприятие требует дополнительных обоснований и исследований, которые должны предусматривать оценку потерь напряжения во внутренней сети УЛК, а также оценку уровня напряжений на зажимах других потребителей, подключенных к данной ТП. С учетом того, что данный ПКЭ не превышает предельно допустимого значения данное мероприятие не представляется обязательным.

5.2.2 Симметрирование токов и напряжений

Несогласованность оценок по фазным напряжениям и по напряжению прямой последовательности с наибольшей долей вероятности можно объяснить тем, что отклонение напряжение в большей степени вызвано несимметричной загрузкой фаз потребителя, нежели недостатками в области регулирования напряжения источника питания. Таким образом, в качестве рекомендации по повышению качества электроэнергии в рамках данного

ПКЭ следует рассматривать мероприятие по выравниванию нагрузок фаз потребителей.

Для оценки степени возможного снижения потерь электроэнергии за счет симметрирования токов рассмотрим известный показатель, определяющий степень неравномерности загрузки фаз и показывающий степень увеличения потерь при несимметрии токов – т.н. «коэффициент неравномерности загрузки», $k_{н\text{ер}}$. Данный коэффициент согласно [42, 43] определяется по формуле:

$$k_{н\text{ер}} = 3 \frac{I_A^2 + I_B^2 + I_C^2}{(I_A + I_B + I_C)^2} \left(1 + 1,5 \frac{R_H}{R_\Phi} \right), \quad (5.1)$$

где R_H и R_Φ – соответственно активные сопротивления нулевого и фазного проводов сети (для рассматриваемого случая $R_H = R_\Phi$).

График коэффициента неравномерности, рассчитанный на основе результатов 3 раздела данной работы приведен на рисунке 5.1.

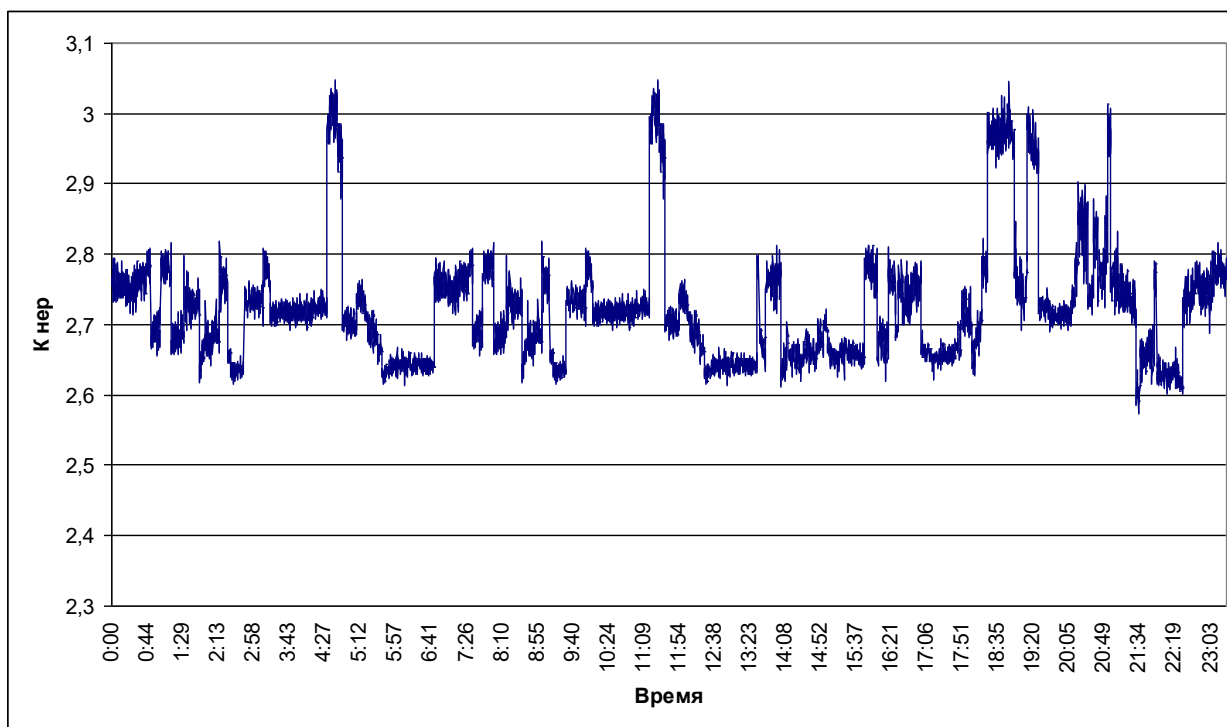


Рисунок 5.1 – График коэффициента неравномерности токов на вводе УЛК

Как видно из рисунка 5.1 степень неравномерности загрузки фаз на вводе достаточно высока и, в условиях полного симметрирования, можно ожидать снижение нагрузочных потерь примерно в 2-2,5 раза.

Проведем оценку эффективности данного мероприятия, где в качестве целевой функции будут выступать потери электроэнергии в питающем кабеле а в качестве критерия оптимизации будет выступать $k_{нер}$. Как показывают расчеты нагрузка фазы А в среднем в 2 раза ниже нагрузок фаз В и С. Используя полученную в 3 разделе выборку токов по фазам произведем расчет потерь при условии переноса части нагрузки с фаз В и С на фазу А. Нагрузки фаз В и С снизим в каждом измерении на 17 % при этом увеличив нагрузку фазы А на абсолютное значение нагрузок исключенных из двух других фаз.

При этом токи нагрузки на вводе изменились следующим образом (рисунки 5.2 и 5.3). Как видно из рисунков разность токов визуально стала меньше (рисунок 5.2), ток нулевого провода также заметно снизился (рисунок 5.3), коэффициент неравномерности также снизился (рисунок 5.4).

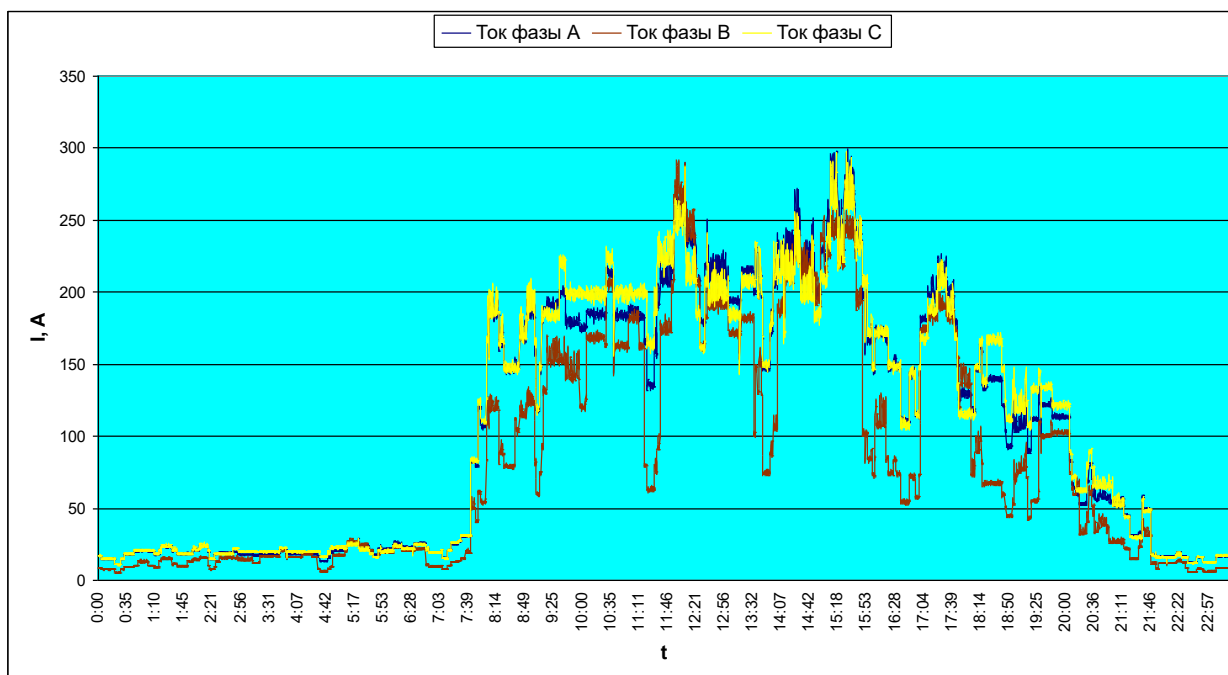


Рисунок 5.2 – График фазных токов после внутреннего симметрирования

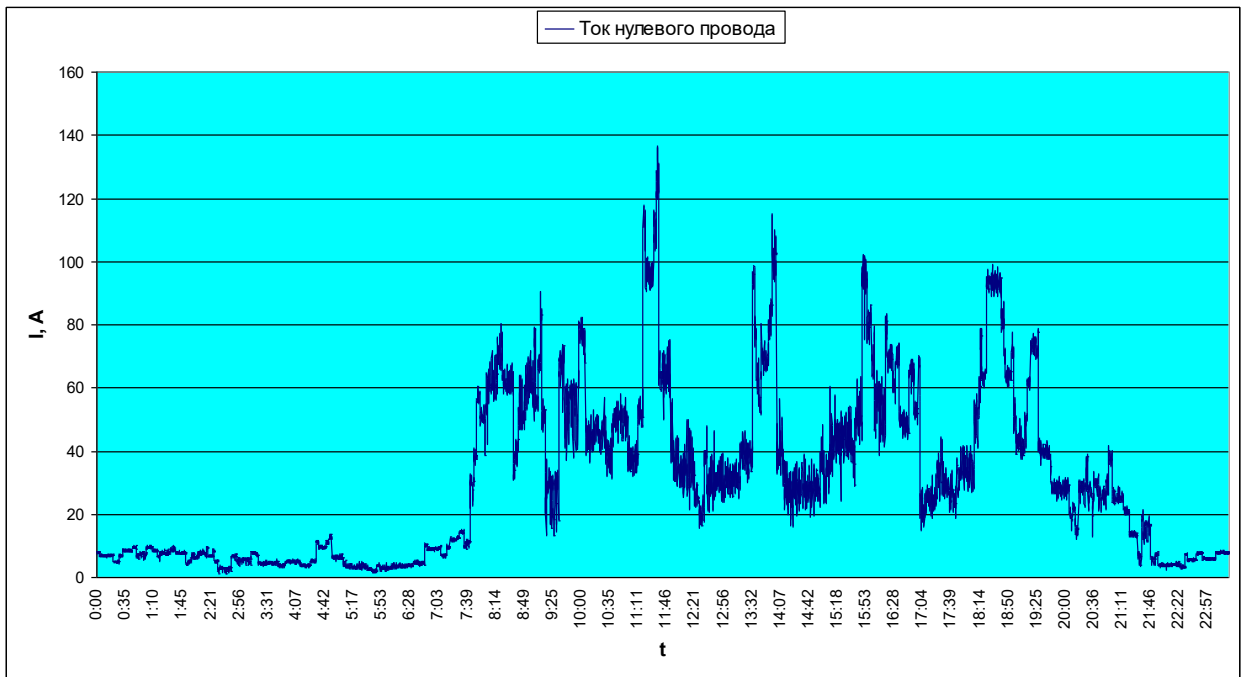


Рисунок 5.3 – График тока нулевого провода после внутреннего симметрирования

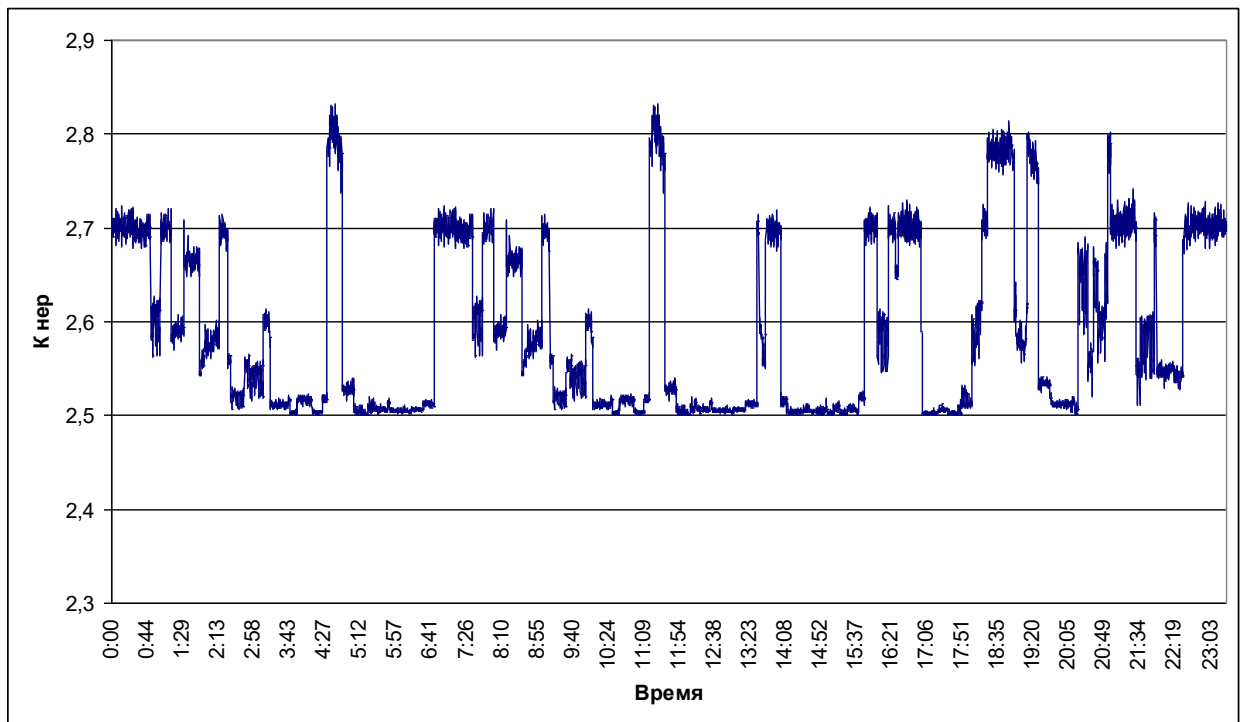


Рисунок 5.4 – График коэффициента неравномерности после внутреннего симметрирования

Эффективность внутреннего симметрирования была оценена посредством расчета потерь электроэнергии в питающем кабеле за сутки. Результаты представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Результаты оценки снижения потерь после перераспределения однофазных нагрузок

Показатель	До симметрирования нагрузок	После симметрирования нагрузок
Перевод 15 % нагрузки фаз В и С на фазу А		
Потери электроэнергии	43,16 кВтч	33,34 кВтч
Перевод 17 % нагрузки фаз В и С на фазу А		
Потери электроэнергии	43,16 кВтч	33,11 кВтч
Перевод 20 % нагрузки фаз В и С на фазу А		
Потери электроэнергии	43,16 кВтч	33,24 кВтч

Как можно увидеть из таблицы 5.1 переключение части (порядка 17 %) нагрузок с фаз В и С на фазу А позволит снизить потери на величину 9,82 кВтч/сут. (т.е. снижение составит около 23 %).

Данное мероприятие может быть реализовано без серьезного вмешательства в схему внутренней электропроводки. В этом случае возможно достижение эффекта внутреннего симметрирования за счет циклического переключения отдельных отходящих групп в ВРУ без смены чередования фаз. При этом необходимо подобрать две отходящие группы и произвести переключение следующим образом:

1-я группа: ABC→BCA;

2-я группа: ABC→CAB.

При удачно подобранных группах эффект перераспределения нагрузок может быть близким к оптимальному.

5.2.3 Снижение доли высших гармоник в спектрах тока

Учитывая, что в спектрах потребляемых токов присутствуют высшие гармоники, можно предположить, что их устранение позволит снизить потери в питающей сети.

Для устранения высших гармоник используются специальные устройства – фильтры. В случае резкоизменяющегося графика нагрузки с нестационарным спектром токов необходимо использовать т.н. активные фильтры, которые изменяют свои характеристики при изменении состава ВГ токов протекающих в сети.

Для оценки эффективности применения активных фильтров высших гармоник проведем расчет снижения потерь электроэнергии в условиях полного исключения ВГ из спектров тока. Расчет произведем, снизив величину действующего тока на каждой ступени графика нагрузки на величину действующих значений ВГ. Результаты представим в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Результаты оценки снижения потерь после фильтрации ВГ тока

Потери в фазном проводе фазы А, кВтч	Потери в фазном проводе фазы В, кВтч	Потери в фазном проводе фазы С, кВтч	Потери в нулевом проводе, кВтч	Суммарные потери, кВтч
До фильтрации ВГ				
4,62	11,72	16,99	9,83	43,16
После фильтрации ВГ				
2,98	8,43	12,29	4,11	27,81

Как видно из таблицы 5.2, в случае полного устранения ВГ из спектров тока ежедневная экономия электроэнергии составит около 15 кВтч. При условии учета выходных (в 2020 году количество рабочих дней – 248) в год экономия составит:

$$\Delta W_{\text{э}} = 15,35 \times 248 = 3806,8 \text{ кВтч} .$$

Приняв тариф на электроэнергию равным 5 руб/кВтч, можно определить годовую экономию в денежном эквиваленте:

$$\text{Э} = 3806,8 \text{ кВтч} \times 5 \text{ руб} / \text{кВтч} = 19034 \text{ руб} .$$

При условии, использования активного фильтра типа АФГ-0,4 100 А УХЛ4 [44] стоимостью 1 523 тыс. руб. срок окупаемости данного фильтра составит не менее 80 лет. Это при условии, что не учитываются эксплуатационные расходы, а также расходы на монтаж и наладку устройства. При этом надо учитывать, что гарантированный срок службы конденсаторов, входящих в состав фильтров, как правило, составляет 15-20 лет.

Таким образом, применение фильтров для снижения потерь от ВГ в рассматриваемой сети представляется нецелесообразным.

5.2.4 Компенсация реактивной мощности

Одним из способов снижения потерь в сети является компенсация РМ. Учитывая неравномерность графика нагрузки УЛК, для компенсации РМ следует применять автоматические регулируемые компенсирующие устройства (КУ).

Оценку эффективности применения автоматических КУ произведем посредством перерасчета потерь в условиях полного отсутствия РМ (полная компенсация). Результаты представим в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Результаты оценки снижения потерь после компенсации РМ

Потери в фазном проводе фазы А, кВтч	Потери в фазном проводе фазы В, кВтч	Потери в фазном проводе фазы С, кВтч	Потери в нулевом проводе, кВтч	Суммарные потери, кВтч
До компенсации РМ				
4,62	11,72	16,99	9,83	43,16
После компенсации РМ				
3,58	10,22	12,85	6,37	33,02

Как видно из таблицы 5.3, в случае полной компенсации РМ ежедневная экономия электроэнергии составит около 10 кВтч. В год экономия составит:

$$\Delta W_{\text{э}} = 10,1 \times 248 = 2504,8 \text{ кВтч}.$$

Приняв тариф на электроэнергию равным 5 руб/кВтч, можно определить годовую экономию в денежном эквиваленте:

$$\text{Э} = 2504,8 \text{ кВтч} \times 5 \text{ руб} / \text{кВтч} = 12524 \text{ руб}.$$

При условии, использования автоматического КУ типа АУКРМ Н 3х25квар [45] стоимостью 313 тыс. руб. срок окупаемости данного устройства составит около 25 лет. Это при условии, что не учитываются эксплуатационные расходы, а также расходы на монтаж и наладку устройства. При этом надо учитывать, что гарантированный срок службы конденсаторов, входящих в его состав, как правило, составляет 15-20 лет.

Таким образом, применение КУ для снижения потерь от протекания РМ в рассматриваемой сети представляется нецелесообразным.

Результаты и выводы по разделу

Анализ мероприятий по повышению качества электроэнергии и эффективности работы электрической сети выявил следующее:

1. Завышенное напряжение на вводе в объект может быть нормализовано посредством переключения ПБВ трансформаторов на одну ступень вниз равную 2,5 %. Однако, данная процедура требует дополнительных обоснований и исследований, которые должны предусматривать оценку потерь напряжения во внутренней сети УЛК, а также оценку уровня напряжений на зажимах других потребителей, подключенных к данной ТП. С учетом того, что отклонение напряжения не превышает предельно допустимого значения, данное мероприятие не представляется обязательным.
2. Перераспределение нагрузок по фазам позволит снизить потери примерно на 23 %. При этом возможна реализация внутреннего симметрирования без серьезного вмешательства в схему внутренней электропроводки. В качестве мероприятия рекомендуется переключение двух отходящих от ВРУ групп со сменой фаз без нарушения их чередования.
3. Снижение степени несинусоидальности токов позволит снизить потери в питающей сети на величину до 35 %. Однако, применение активного фильтра для компенсации имеющегося уровня гармоник тока представляется нецелесообразным, поскольку стоимость фильтра (ориентировочно 1,5 млн. руб.) многократно превышает ожидаемую годовую экономию электроэнергии (около 19 тыс. руб.).
4. Компенсация реактивной мощности с целью снижения потерь в питающей линии также представляется нецелесообразной в текущих условиях работы рассматриваемого объекта. При условии, что ориентировочная цена приведенной автоматической компенсирующей установки мощностью 75 квар составляет около 300 тыс. рублей, можно предположить, что срок окупаемости данной

установки составит около 25 лет в случае, когда ежегодная экономия электроэнергии составит сумму не менее 12 тыс. рублей. При этом срок окупаемости возрастет с учетом затрат на монтаж и наладку данного автоматического устройства, а также затрат на ее эксплуатацию. Таким образом, срок окупаемости может даже превышать средний срок службы конденсаторных батарей равный 15-20 годам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках выполнения данной работы были получены следующие основные результаты:

1. Определено, что согласно нормативной документации перед образовательными учреждениями остро стоит задача повышения собственной энергетической эффективности и, соответственно, снижения платежей за коммунальные услуги. Одним из способов снижения платежей за электроэнергию является повышение эффективности системы внутреннего электроснабжения за счет снижения потерь и повышения качества энергопотребления.
2. С целью оценки эффективности работы системы внутреннего электроснабжения объекта выявлена необходимость исследования качества электроэнергии и режима электропотребления. В частности выявлена необходимость исследования графика нагрузки объекта, а также степени несинусоидальности и несимметрии потребляемых токов.
3. Перед УЛК стоит задача о снижении платежей и повышении эффективности использования энергоресурсов. Одним из способов повышения энергетической эффективности системы теплоснабжения, является установка ИТП с независимой схемой подключения и системой автоматизации. В данный момент в УЛК теплоснабжение здания происходит по зависимой схеме с элеваторным узлом.
4. С учетом имеющейся измерительной базы для исследований в области качества электроэнергии на вводе УЛК были выделены методики определения следующих показателей: отклонения частоты; установившегося отклонения напряжения; уровня несимметрии и несинусоидальности напряжений. Для исследований в области энергопотребления УЛК приняты следующие методики

исследований: определение показателей графиков нагрузки; определение несимметрии потребляемых токов; определение спектрального состава токов нелинейных потребителей УЛК.

5. Приоритетным направлением по энергосбережению и экономии финансовых средств является разработка мероприятий по экономии тепловой и электрической энергии. В ходе расчетов был составлен баланс теплотребления, состоящий из приходной части (фактическое теплотребление) и расходной части – расчетно-нормативное потребление тепловой энергии, идущей на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение УЛК, сторонних потребителей и потерь.
6. Анализ отклонения напряжения на вводах показал, что требования стандарта к уровню отклонения напряжений не выполняются для всех фаз питающей сети. Длительное отклонение составило более 5 %.
7. Анализ несимметрии напряжений показал, что уровень несимметрии напряжений по обратной последовательности достаточно низок и не достигает нормально допустимого уровня, тогда как уровень несимметрии по нулевой последовательности очень высок и не соответствует требованиям существующего стандарта.
8. Спектральный анализ токов на вводе показал, что спектры токов представлены в основном нечетными гармониками. Доля четных гармонических сигналов в общем спектре составляет не более 1 %. При этом в спектре тока заметную долю составляют гармоники нулевой последовательности, что может служить причиной повышения токов нулевого провода.
9. В ходе оценки затрат на энергоресурсы было выявлено, что приоритетным направлением по энергосбережению и экономии финансовых средств является разработка мероприятий по экономии воды и тепловой энергии. Проведенное обследование и расчетные

оценки нормативного потребления тепловой энергии показывают, что расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию составляет большую часть от общего теплоснабжения УЛК.

10. Анализ возможных к реализации мероприятий показал, что напряжение на вводе в объект может быть нормализовано посредством переключения ПБВ трансформаторов. Однако, данная процедура требует дополнительных обоснований и исследований. С учетом того, что отклонение напряжения не превышает предельно допустимого значения, данное мероприятие не представляется обязательным.
11. выявлено, что перераспределение нагрузок по фазам позволит снизить потери примерно на 23 %. При этом возможна реализация внутреннего симметрирования без серьезного вмешательства в схему внутренней электропроводки. В качестве мероприятия рекомендуется переключение двух отходящих от ВРУ групп со сменой фаз без нарушения их чередования.
12. Определено, что применение активного фильтра для компенсации имеющегося уровня гармоник тока представляется нецелесообразным, поскольку стоимость фильтра многократно превышает ожидаемую годовую экономию электроэнергии. Также не представляется целесообразным применение устройств компенсации реактивной мощности, поскольку ориентировочный срок окупаемости будет превышать гарантированный срок службы устройства.
13. После проведенного обследования выяснилось, что УЛК нуждается в реконструкции ИТП, а также проведении ряда мероприятий по повышению эффективности использования энергетических ресурсов, таких как: утепление наружных ограждающих конструкций, замена ламп накаливания на энергосберегающие лампы, замена деревянных окон на

энергоэффективные пластиковые и другие.

Список источников

1. Федеральный закон "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности". - М.: Рид Групп, 2012.
2. Сибикин, Ю. Д. Технология энергосбережения / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. - М.: Форум, 2012. - 352 с.
3. Свидерская, О. В. Основы энергосбережения / О.В. Свидерская. - М.: ТетраСистемс, 2016. - 176 с.
4. Семенов, В.С. Основы энергосбережения / В.С. Семенов. - М.: Книга по Требованию, 2013. - 259 с.
5. Лисиенко В.Г. Щелоков Я.М. Хрестоматия по энергосбережению. Справочное издание. В 2-х книгах.- М.: «Теплоэнергетик», 2002. – 688 с.
6. Самойлов М. В., Паневчик В. В., Ковалёв А. Н. Основы энергосбережения. Учебное пособие. Минск, БГЭУ, 2002 г.
7. Мархоцкий, Я. Л. Основы экологии и энергосбережения [Электронный ресурс] : учебное пособие / Я. Л. Мархоцкий.- Минск: Вышэйшая школа, 2014.- 287 с.- Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=509530>
8. Афонин А. М. Энергосберегающие технологии в промышленности: учебное пособие / А. М. Афонин, Ю. Н. Царегородцев С. А. Петрова.- М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015.- 272 с.
9. Ушаков, В. Я. Потенциал энергосбережения и его реализация на предприятиях ТЭК [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Я. Ушаков, П. С. Чубик.- Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2015.- 388 с.- Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=701880>

10. Комков В. А. Энергосбережение в жилищно-коммунальном хозяйстве: учебное пособие / В. А. Комков, Н. С. Тимахова.- М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015.- 204 с.
11. Протасевич А. М. Энергосбережение в системах теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха: учебное пособие / А. М. Протасевич.- М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016.- 286 с.
12. Голов, Р. С. Комплексная автоматизация в энергосбережении [Электронный ресурс] : учебное пособие / Р. С. Голов, В. Ю. Теплышев, А. А. Шинелёв.- М.: ИНФРА-М, 2017.- 312 с.- Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=549058>
13. Вакулко А.Г. Михайлов С.А. Гашо Е.Г. Методические материалы к проведению энергетического аудита. // Энергосбережение. 2001 г., № 6.
14. Гашо Е.Г. Михайлов О.Ю. Информационно-методические и правовые проблемы повышения эффективности теплоснабжения в регионах.// Новости теплоснабжения. 2002 г. № 8, с.13-17.
15. Беседина М.С. Гашо Е.Г. Зайцев А.Ф. Методика регионального энергоанализа. Учебное пособие. - М.:Издательство «Дело», 1992 г.
16. Злобин А.А. Курятов В.Н. Романов Г.А. Потенциал энергосбережения и его реализация. // Энергонадзор и энергоэффективность. 2003 г. № 3. с.76- 81.
17. Табунщиков Ю.А. Бродач М.М. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий. – М.: НП АВОК, 2002 г.
18. Шарапов В.И., Ротов П.В. О зарубежном опыте экономии топливно-энергетических ресурсов в системах теплоснабжения // Энергосбережение. 1999. №1.

- 19.Шарапов В.И., Орлов М.Е. Технологии обеспечения пиковой нагрузки систем теплоснабжения. М.: Изд-во «Новости теплоснабжения». 2006.
- 20.Шарапов В.И., Ротов П.В. Регулирование нагрузки систем теплоснабжения. М.: Изд-во «Новости теплоснабжения». 2007.
- 21.В.Э. Воротницкий, М.А. Калинкина. Расчет, нормирование и снижение потерь электроэнергии в электрических сетях. / Учебно-методическое пособие. – М.: ИПКГосслужбы, 2000.
- 22.Потери электроэнергии в электрических сетях энергосистем / В.Э. Воротницкий, Ю.С. Железко, В.Н. Казанцев и др.; Под ред. В.Н. Казанцева. – М.: Энергоатомиздат, 1983.
- 23.Г.Е. Поспелов, Н.М. Сыч. Потери мощности и энергии в электрических сетях./Под ред. Г.Е. Поспелова. – М.: Энергоиздат, 1981.
- 24.Потери и электроэнергии в электрических сетях энергосистем / под ред. В.Н. Казанцева. М.: Энергоатомиздат, 1983.
- 25.Хамидов А.Х., Ганиходжаев Н.Г. Потери электроэнергии в низковольтных сетях. Ташкент, 1984.
- 26.Железко Ю.С. Выбор мероприятий по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях. М.: Энергоатомиздат, 1989.
- 27.Артемьев А. В., Савченко О. В. Расчет, анализ и нормирование потерь электроэнергии в электрических сетях: Руководство для практических расчетов. — М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2004. — С. 280.: ил.
- 28.Инструкция по расчету и анализу технологического расхода электрической энергии на передачу по электрическим сетям энергосистем и энергообъединений. И 34-70-030-87. – М.: СПО "Союзтехэнерго", 1987.
- 29.Приказ Минэкономразвития России № 61 от 17.02.2010 г. "Об утверждении примерного перечня мероприятий в области

энергоснабжения и повышения энергетической эффективности, который может быть использован в целях разработки региональных, муниципальных программ в области энергоснабжения и повышения энергетической эффективности"

- 30.ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. М.: Стандартинформ, 2014.
- 31.Нейман Л.Р., Демирчан К.С. Теоретические основы электротехники. т. 2. – Л.: Энергия, 1967. – 407 с.
- 32.Кабель АВБбШв - 0,66/1 кВ. [Интернет ресурс] / URL: [https://kps.ru/spravochnik/kabeli-silovye/s-pvx-izolyacziej-\(0,66;-1kv\)/avbbshv/](https://kps.ru/spravochnik/kabeli-silovye/s-pvx-izolyacziej-(0,66;-1kv)/avbbshv/)
Дата обращения: 22.03.2020 г.
- 33.Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники: Электрические цепи / Бессонов Л.А.–М.: Высшая школа, 1978. – 528 с.
- 34.ГОСТ 30804.4.7-2013. Совместимость технических средств электромагнитная. Общее руководство по средствам измерений и измерениям гармоник и интергармоник для систем электроснабжения и подключаемых к ним технических средств. М.: Стандартинформ, 2013.
- 35.IEC 61000-4-7:2009 Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-7: Testing and measurement techniques - General guide on harmonics and interharmonics measurement and instrumentation, for power supply systems and equipment connected thereto, 2002
- 36.S. M. Williams, G. T. Brownfield, and J. W. Duffus, "Harmonic Propagation on the Electric Distribution System: Field Measurements Compared With Computer Simulation", IEEE Trans. on Power Delivery, vol. 8, n. 2, January, pp. 547 – 552, 993.

37. Oppenheim A.V., Schaffer R.W. Discrete-Time Signal Processing. 3rd edition. – Prentice Hall, 2009. – 1120 p. – (Prentice Hall Signal Processing).
38. NI CompactDAQ – USB система сбора данных. Электронный ресурс. URL: <http://baz-alt.ru/userfiles/files/CDAQ-rus.pdf>. Дата обращения: 12.03.2018 г.
39. ГОСТ 13109-97. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. М.: Стандартинформ, 1998.
40. ГОСТ 30804.3.12-2013. Совместимость технических средств электромагнитная. Эмиссия гармонических составляющих тока техническими средствами с потребляемым током более 16 А, но не более 75 А (в одной фазе), подключаемыми к низковольтным распределительным системам электроснабжения. Нормы и методы испытаний. М.: Стандартинформ, 2014.
41. ГОСТ 30804.4.7-2013. Совместимость технических средств электромагнитная. Общее руководство по средствам измерений и измерениям гармоник и интергармоник для систем электроснабжения и подключаемых к ним технических средств. М.: Стандартинформ, 2013.
42. Дед А.В., Паршукова А.В. Сравнение методов расчета коэффициентов учета несимметрии распределения нагрузок при оценке потерь мощности. / Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 9 (часть 2) – С. 221-225
43. Приказ Министерства энергетики РФ от 30 декабря 2008 г. №326 «Об организации в Министерстве энергетики Российской Федерации работы по утверждению нормативов технологических потерь электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям»

44. Устройство АФГ 0,4 100 А УХЛ4. [электронный ресурс]/ URL: <http://ettalon.ru/products/afg-04-100-a-uhl4>. Дата обращения: 29.04.2020 г.
45. Об утверждении требований к проведению энергетического обследования и его результатам и правил направления копий энергетического паспорта, составленного по результатам обязательного энергетического обследования (с изменениями на 13 января 2016 года), приказ Министерства Энергетики Российской Федерации от 30 июня 2014 года
46. Федеральный закон от 23.11.2009 N 261-ФЗ (ред. от 26.07.2019) "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации"
47. Рекомендации по проведению энергетических обследований (энергоаудита). Утверждены приказом Минпромэнерго России от 04.07.2006 г., №141.
48. Б.П. Варнавский, А.И. Колесников, М.И. Федоров. "Энергоаудит объектов коммунального хозяйства и промышленных предприятий". Учебное пособие, М., 1998 г.
49. СП 30.13330.2012 Внутренний водопровод и канализация зданий.
50. СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха
51. СП 131.13330.2012 Строительная климатология.
52. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий.
53. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.
54. СП 124.13330.2012 Тепловые сети.
55. СП 44.13330.2011 Административные и бытовые здания.
56. СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий

Приложение А. Результаты измерения режимных параметров на вводе УЛК

Время	Ua	Ub	Uc	Uab	Ubc	Uca	U ₁	F	K0	K2	K _{Ua}	K _{Ub}	K _{Uc}
0:00	235,5	233,3	233,5	396,1	392,7	391,5	393,4	50,01	0,72	0,71	3,53	3,61	3,85
0:01	235,6	233,5	233,6	395,7	392,5	391,4	393,2	50	0,705	0,66	3,6	3,67	3,95
0:02	235,2	233,1	233,3	397	393,9	392,7	394,5	49,99	0,72	0,65	3,53	3,72	3,96
0:03	235,1	233,1	233,3	397,9	394,8	393,7	395,4	49,99	0,705	0,64	3,5	3,67	4,06
0:04	235,4	233,2	233,5	397,8	394,8	394	395,5	49,99	0,735	0,6	3,55	3,7	4,03
0:05	235,2	233,2	233,2	396,7	393,8	393	394,5	49,99	0,72	0,57	3,61	3,74	4,05
0:06	235,3	233,4	233,2	396,3	393,8	392,9	394,3	50	0,735	0,53	3,65	3,76	4,05
0:07	235,4	233,6	233,2	396,6	393,6	392,7	394,3	50	0,78	0,6	3,58	3,87	3,99
0:08	235,1	233,6	232,9	397,8	394,5	393,6	395,3	50	0,705	0,65	3,7	3,87	4,02
0:09	234,7	233,2	232,6	396,9	393,6	392,8	394,4	50,01	0,69	0,64	3,71	3,85	4,03
0:10	235	233,4	233	397,1	393,9	392,8	394,6	50,01	0,675	0,66	3,62	3,79	3,9
0:11	235	233,3	233	396	392,6	391,5	393,4	49,99	0,705	0,69	3,71	3,91	3,98
0:12	234,8	233,1	232,9	396,8	393,3	392,3	394,1	49,99	0,69	0,69	3,75	3,97	4,06
0:13	234,5	232,8	232,6	397,3	393,9	393,2	394,8	50	0,735	0,64	3,77	4,01	4,04
0:14	234,6	233,1	232,6	397,3	393,8	393,3	394,8	50	0,69	0,63	3,77	4,03	4,04
0:15	234,6	233,1	232,6	396,9	393,3	392,9	394,4	50	0,72	0,65	3,87	4,13	4,1
0:16	234,4	232,9	232,3	395,3	391,6	391,2	392,7	50	0,705	0,66	3,91	4,18	4,11
0:17	234,3	232,8	232,4	395,7	391,7	391,4	392,9	49,99	0,675	0,7	3,87	4,2	4,07
0:18	234,5	232,8	232,6	397,5	393,3	393,2	394,7	49,99	0,705	0,71	3,82	4,12	4,09
0:19	234,4	232,5	232,4	396	392	391,6	393,2	50	0,72	0,72	3,83	4,17	4,1
0:20	234,1	232,3	232,1	396,1	392,3	392	393,4	49,99	0,705	0,67	3,88	4,15	4,07
0:21	234,2	232,4	232,2	397,1	393,2	392,7	394,3	49,99	0,66	0,71	3,91	4,05	4,05
0:22	234,4	232,6	232,4	396,6	392,8	392	393,8	49,99	0,645	0,72	3,91	4,2	4,14
0:23	234,2	232,5	232,2	396,4	392,8	392	393,7	50	0,66	0,69	3,94	4,23	4,21
0:24	234	232,3	231,9	396,2	392,5	392	393,5	50	0,675	0,68	3,98	4,28	4,22
0:25	234,1	232,5	232	395,9	392,3	391,6	393,3	50,01	0,66	0,69	4,03	4,3	4,23
0:26	234,1	232,5	232	396,5	393,1	392,5	394	50,02	0,675	0,63	4,04	4,33	4,34
0:27	234,2	232,5	232,2	395,7	392,6	391,8	393,4	50,02	0,645	0,6	3,99	4,26	4,38
0:28	234,1	232,3	232	395,5	392,2	391,9	393,2	50,01	0,66	0,59	3,96	4,23	4,3
0:29	234,2	232,5	232,2	395,8	392,5	391,7	393,3	50	0,63	0,63	3,99	4,2	4,25
0:30	234,1	232,4	232,3	396,3	392,9	392,4	393,9	50	0,645	0,63	3,98	4,2	4,25
0:31	234,2	232,7	232,3	395,1	391,9	391,3	392,8	50	0,675	0,6	4,03	4,21	4,27
0:32	234,5	233	232,4	395,4	392,3	391,8	393,2	49,99	0,69	0,57	4,02	4,21	4,34
0:33	234,8	233,1	232,7	395,9	392,6	392,2	393,6	50	0,675	0,59	4,03	4,21	4,28
0:34	234,5	232,8	232,5	395,9	392,9	392,1	393,6	49,99	0,645	0,59	4,12	4,23	4,31
0:35	234,8	233	232,8	395,8	392,5	392	393,4	49,98	0,705	0,61	4,17	4,28	4,35
0:36	236,3	234,6	234,3	396	392,6	392,3	393,6	49,99	0,705	0,6	4,28	4,35	4,43
0:37	236,5	234,9	234,4	395,4	392,3	391,5	393,1	50	0,72	0,6	4,2	4,36	4,41
0:38	236,8	234,9	234,4	395,8	392,2	391,4	393,1	50	0,825	0,69	4,2	4,42	4,43
0:39	236,5	234,7	234,1	396,2	392,4	391,8	393,5	50,01	0,84	0,7	4,08	4,33	4,27
0:40	236,4	234,4	234	395,3	391,7	390,8	392,6	50	0,825	0,7	4	4,28	4,19
0:41	236,5	234,5	234,1	395,4	391,7	390,6	392,6	49,99	0,78	0,73	3,96	4,22	4,16
0:42	236,5	234,4	234,2	394,8	391	389,5	391,8	50	0,78	0,81	3,92	4,16	4,14
0:43	236,6	234,4	234,3	394,9	391,2	389,8	392	49,99	0,78	0,78	3,91	4,16	4,11
0:44	236,6	234,4	234,2	395,8	392,5	390,8	393	50	0,84	0,75	3,92	4,15	4,17

Время	Ua	Ub	Uc	Uab	Ubc	Uca	U ₁	F	K0	K2	K _{Ua}	K _{Ub}	K _{Uc}
0:45	236,5	234,4	234,1	396,7	393,5	391,8	394	50	0,81	0,73	3,97	4,21	4,14
0:46	236,9	234,7	234,5	395,5	392,4	390,3	392,7	50	0,81	0,76	3,99	4,2	4,15
0:47	237	234,8	234,6	395,2	392	390,4	392,5	50	0,765	0,71	4,07	4,3	4,16
0:48	237,2	235	234,6	394,8	391,9	390,1	392,2	49,99	0,78	0,7	4,05	4,3	4,2
0:49	237,3	235	234,6	395,2	392,5	390,6	392,8	49,99	0,795	0,69	4,07	4,31	4,34
0:50	236,9	234,7	234,4	395	392,1	390,2	392,5	49,99	0,765	0,71	4,13	4,32	4,41
0:51	236,9	234,6	234,3	395,6	392,9	391,3	393,3	50	0,81	0,64	4,19	4,33	4,44
0:52	237,1	234,9	234,6	395,9	393,2	391,4	393,5	50	0,765	0,66	4,23	4,39	4,43
0:53	236,8	234,8	234,4	396,6	393,6	392	394,1	50	0,735	0,7	4,13	4,33	4,23
0:54	236,8	234,6	234,5	396,4	393,2	391,8	393,8	49,99	0,765	0,7	4,1	4,38	4,23
0:55	236,3	234,3	234,1	395,6	392,6	391,1	393,1	50	0,675	0,68	4,15	4,42	4,25
0:56	236,6	234,7	234,3	395,4	392,1	391,1	392,9	50,01	0,675	0,66	4,13	4,45	4,27
0:57	236,7	234,9	234,6	395,4	391,8	391,3	392,8	50,01	0,63	0,67	4,1	4,5	4,3
0:58	236,7	234,9	234,7	395,4	391,7	391,5	392,8	50,01	0,6	0,66	4,11	4,48	4,35
0:59	236,7	234,9	234,7	395,6	392,3	392	393,3	50,01	0,6	0,59	4,19	4,48	4,5
1:00	236,7	234,9	234,9	395,2	391,8	390,9	392,6	50,01	0,525	0,67	4,11	4,45	4,4
1:01	236,7	234,9	234,8	395,5	392,1	391,5	393	49,99	0,555	0,63	4,14	4,49	4,44
1:02	237	235,2	234,9	394,7	391,4	390,7	392,2	49,99	0,615	0,64	4,06	4,39	4,34
1:03	237,1	235	235	394,7	390,9	390,4	392	49,99	0,705	0,69	4,07	4,41	4,33
1:04	237,3	235,5	235,1	394,5	390,5	390,4	391,8	49,99	0,75	0,69	4,13	4,5	4,37
1:05	237,4	235,5	234,9	394,2	390,5	390,2	391,6	49,99	0,795	0,66	4,19	4,46	4,43
1:06	237,3	235,4	234,8	394,8	391,1	390,9	392,3	49,98	0,795	0,65	4,12	4,5	4,36
1:07	237,5	235,7	235,2	396	392,4	392,2	393,5	49,98	0,735	0,62	4,09	4,45	4,36
1:08	237,2	235,5	234,9	395,9	392,3	391,9	393,3	49,99	0,72	0,66	4,1	4,43	4,38
1:09	237,3	235,4	234,9	395,3	391,7	391,4	392,8	49,99	0,81	0,64	4,17	4,49	4,46
1:10	237,2	235,3	234,8	395,5	391,6	391,2	392,8	49,99	0,825	0,7	4,24	4,51	4,46
1:11	237,4	235,3	235	395,8	391,8	391,6	393,1	49,98	0,84	0,7	4,2	4,55	4,43
1:12	237,1	235,1	234,9	395,1	390,9	390,9	392,3	49,98	0,78	0,71	4,25	4,57	4,45
1:13	236,6	234,6	234,6	395,5	391,5	391,2	392,7	49,99	0,645	0,7	4,33	4,62	4,52
1:14	236,4	234,4	234,4	395,7	391,4	391	392,7	49,99	0,675	0,76	4,29	4,59	4,41
1:15	236,4	234,4	234,4	395,9	391,8	391,4	393	50	0,69	0,73	4,28	4,6	4,41
1:16	236,5	234,6	234,6	396,1	392,1	391,8	393,3	50	0,675	0,71	4,25	4,62	4,37
1:17	236,1	234,5	234,3	395,5	391,8	391,3	392,9	50,01	0,63	0,68	4,22	4,55	4,36
1:18	235,7	234,1	233,9	394,8	391,2	390,6	392,2	50,01	0,675	0,68	4,24	4,55	4,41
1:19	235,9	234,1	234,1	394,5	391,1	390,6	392,1	50,01	0,705	0,63	4,26	4,63	4,45
1:20	235,7	233,9	234	394,1	390,6	390	391,5	50	0,66	0,65	4,36	4,6	4,5
1:21	235,6	233,8	234	392,3	388,7	388,2	389,7	50	0,66	0,66	4,35	4,58	4,5
1:22	235,3	233,4	233,7	393,3	389,7	389,3	390,7	50	0,675	0,65	4,4	4,58	4,59
1:23	235,1	233,2	233,6	393,8	390,3	389,8	391,3	50	0,69	0,64	4,47	4,66	4,64
1:24	235,4	233,3	233,7	394,6	390,9	390,6	392	49,99	0,75	0,66	4,54	4,71	4,66
1:25	235,2	233	233,3	394,2	390,2	390,1	391,5	49,99	0,765	0,69	4,59	4,78	4,65
1:26	235,2	233	233,2	394,9	390,8	391,1	392,2	49,99	0,78	0,67	4,49	4,83	4,62
1:27	234,9	232,8	232,7	394,7	390,3	390,4	391,8	49,99	0,765	0,74	4,48	4,8	4,56
1:28	235,2	233,1	232,9	395	390,9	391,1	392,3	49,99	0,735	0,69	4,54	4,73	4,55
1:29	235,1	233,1	232,7	393,7	389,7	389,8	391	49,99	0,75	0,67	4,51	4,71	4,54
1:30	234,9	232,9	232,7	393,9	389,9	390,1	391,3	49,98	0,705	0,66	4,53	4,75	4,5
1:31	234,8	233	233	393,9	390,1	390	391,3	49,99	0,615	0,66	4,45	4,63	4,47
1:32	235,1	233,2	233,2	394,7	391,1	390,8	392,2	49,98	0,63	0,64	4,44	4,55	4,51

Время	Ua	Ub	Uc	Uab	Ubc	Uca	U ₁	F	K0	K2	K _{Ua}	K _{Ub}	K _{Uc}
1:33	235,3	233,2	233,4	400,5	397,1	396,9	398,2	50	0,69	0,59	4,3	4,46	4,43
1:34	235,2	233,1	233,3	399,7	396,4	395,7	397,3	50	0,72	0,62	4,33	4,51	4,55
1:35	235,8	233,5	233,8	400,9	397,8	397,2	398,6	50,01	0,75	0,58	4,35	4,59	4,57
1:36	235,8	233,6	234,1	400,6	397,4	396,7	398,2	50,01	0,675	0,6	4,35	4,71	4,56
1:37	235,9	233,8	234,1	400,5	397,3	396,4	398,1	50,01	0,72	0,64	4,42	4,74	4,58
1:38	236,2	234,1	234,3	402,4	398,9	397,9	399,7	50,01	0,735	0,68	4,3	4,67	4,46
1:39	236	234,1	234	402,3	398,8	398,1	399,7	50,01	0,735	0,65	4,26	4,7	4,47
1:40	235,9	233,9	233,6	402,2	398,1	397,5	399,3	50	0,81	0,74	4,22	4,66	4,43
1:41	236	234	233,9	402,4	398,4	397,9	399,6	50	0,825	0,72	4,21	4,61	4,34
1:42	235,9	233,9	233,8	401	396,7	396,3	398	50	0,825	0,75	4,19	4,62	4,34
1:43	235,9	233,9	233,8	401,6	397,6	396,7	398,6	49,99	0,825	0,76	4,18	4,63	4,39
1:44	236,8	234,8	234,8	399,5	395,6	394,6	396,6	50	0,81	0,75	4,15	4,61	4,41
1:45	237,2	235	235,2	401,6	397,6	396,6	398,6	50,01	0,81	0,76	4,13	4,61	4,36
1:46	237,6	235,5	235,5	400,1	395,9	395,2	397,1	50	0,795	0,78	4,1	4,62	4,36
1:47	237,8	235,7	235,7	400,2	396	395,5	397,2	50	0,81	0,75	4,21	4,72	4,42
1:48	237,8	235,6	235,6	402,1	397,9	397,5	399,2	49,99	0,84	0,75	4,12	4,66	4,38
1:49	237,7	235,6	235,6	401,6	397,5	397	398,7	49,99	0,84	0,74	4,09	4,61	4,36
1:50	237,7	235,6	235,7	401,1	397	396,7	398,2	50	0,825	0,72	4,15	4,63	4,37
1:51	237,7	235,6	235,7	399,8	395,7	395,5	397	50	0,84	0,71	4,18	4,61	4,42
1:52	237,8	235,7	235,8	399,8	395,6	395,3	396,9	49,99	0,81	0,72	4,19	4,59	4,44
1:53	237,9	235,8	235,9	399,9	395,7	395,8	397,1	49,98	0,81	0,7	4,29	4,82	4,5
1:54	237,9	235,9	236	400,3	396,2	396,3	397,6	49,99	0,81	0,69	4,22	4,84	4,43
1:55	238,1	236	235,9	399,9	395,5	395,7	397	49,99	0,855	0,73	4,2	4,73	4,42
1:56	238	235,9	235,8	399,2	394,6	394,9	396,2	49,99	0,87	0,75	4,18	4,73	4,4
1:57	237,9	235,8	235,5	399,8	395,1	395,2	396,7	49,99	0,84	0,79	4,2	4,76	4,4
1:58	238	236,1	235,8	399,9	395,3	395,1	396,7	49,99	0,735	0,79	4,12	4,67	4,34
1:59	238,4	236,4	236,3	399,9	395,6	395	396,8	49,99	0,72	0,78	4,09	4,55	4,32
2:00	238,3	236,1	236,2	397,4	393,2	392,6	394,4	50	0,72	0,78	4,19	4,71	4,4
2:01	238	235,9	235,9	399,4	395,3	394,6	396,4	50	0,705	0,76	4,18	4,68	4,42
2:02	238,1	236,2	236,4	398,1	394,1	392,9	395	49,99	0,6	0,8	4,26	4,75	4,55
2:03	237,9	236,1	236,2	396,8	392,5	391,2	393,5	49,99	0,57	0,85	4,32	4,71	4,55
2:04	238,1	236,2	236,3	396,3	391,8	390,6	392,9	49,98	0,615	0,88	4,36	4,75	4,6
2:05	238,4	236,3	236,4	395,9	391,1	389,9	392,3	49,98	0,69	0,94	4,34	4,68	4,49
2:06	238,4	236,1	236,4	396,5	391,7	390,3	392,8	49,98	0,78	0,96	4,35	4,67	4,53
2:07	238,2	235,8	236,1	396,2	391,1	390,1	392,5	49,98	0,795	0,97	4,38	4,73	4,57
2:08	238,3	235,7	236	396,5	391,5	390,8	392,9	49,99	0,885	0,92	4,33	4,75	4,59
2:09	238,3	235,7	236,1	397,3	392,5	391,5	393,8	49,99	0,795	0,9	4,36	4,72	4,56
2:10	238,1	235,6	236	397,2	392,3	391,2	393,6	49,99	0,75	0,94	4,39	4,79	4,61
2:11	238,2	235,8	236,2	396,8	392,1	391	393,3	50	0,705	0,89	4,41	4,71	4,6
2:12	238,2	236,1	236,1	397,2	392,3	391,1	393,5	50,01	0,705	0,96	4,34	4,7	4,54
2:13	238	236	236	397,2	392	391,2	393,5	50,01	0,63	0,96	4,38	4,71	4,45
2:14	238,1	236,2	236,2	397,7	392,4	391,6	393,9	50	0,585	0,96	4,4	4,69	4,48
2:15	238	236,3	236,1	397	391,5	390,9	393,1	50	0,57	1	4,42	4,72	4,48
2:16	238,3	236,5	236,1	396,6	391,3	390,7	392,8	50	0,66	0,96	4,41	4,75	4,46
2:17	238,4	236,6	236,1	395,2	390	389,4	391,5	49,99	0,72	0,95	4,44	4,7	4,48
2:18	238,4	236,4	236	395,7	390,7	389,9	392,1	49,98	0,765	0,93	4,45	4,68	4,5
2:19	238,2	236,4	236,1	396,3	391,2	390,3	392,6	49,98	0,72	0,95	4,44	4,68	4,49
2:20	238,3	236,5	236,3	396,8	391,7	390,9	393,1	49,98	0,645	0,94	4,34	4,68	4,44

Время	Ua	Ub	Uc	Uab	Ubc	Uca	U1	F	K0	K2	KUa	KUb	KUc
2:21	238,8	237	236,8	396,3	390,8	390,2	392,4	49,98	0,645	0,99	4,35	4,78	4,47
2:22	239,1	237,1	237,1	397,1	391,6	391,4	393,4	49,98	0,75	0,96	4,3	4,75	4,39
2:23	239,3	237,2	237,2	396,9	391,4	391,4	393,2	49,98	0,735	0,94	4,29	4,75	4,42
2:24	239,3	237,2	237,2	397,3	391,9	391,9	393,7	49,98	0,735	0,91	4,26	4,72	4,39
2:25	239,4	237,3	237,4	396,7	391,5	391,6	393,3	49,99	0,735	0,88	4,29	4,7	4,42
2:26	239,5	237,3	237,6	397,6	392,3	392,2	394	49,99	0,75	0,91	4,35	4,67	4,47
2:27	237,6	235,2	235,5	397,4	392,1	391,9	393,8	49,99	0,795	0,92	4,35	4,66	4,38
2:28	235,8	233,4	233,6	397,6	392,2	391,9	393,9	49,98	0,765	0,94	4,29	4,69	4,39
2:29	235,9	233,6	233,6	397,3	391,9	392	393,7	49,98	0,735	0,91	4,37	4,75	4,37
2:30	235,8	233,4	233,4	396,3	391,2	390,6	392,7	49,97	0,78	0,92	4,34	4,62	4,32
2:31	235,8	233,4	233,4	396,3	391,1	390,6	392,7	49,98	0,765	0,93	4,39	4,69	4,4
2:32	235,8	233,4	233,5	396,5	391,5	391	393	49,99	0,75	0,89	4,31	4,56	4,39
2:33	235,5	233,2	233,2	397,1	392,1	391,7	393,6	49,98	0,735	0,88	4,36	4,64	4,4
2:34	235,7	233,4	233,3	395,2	390,5	390	391,9	49,98	0,765	0,85	4,32	4,7	4,4
2:35	235,8	233,6	233,4	394,9	390,1	389,6	391,5	49,98	0,81	0,87	4,35	4,69	4,36
2:36	236,1	234	233,8	395,4	390,5	389,9	391,9	50	0,765	0,89	4,38	4,68	4,33
2:37	236	233,8	233,8	397,5	392,8	392,2	394,2	50,01	0,78	0,86	4,36	4,69	4,33
2:38	236	233,9	233,6	397,7	393,3	392,5	394,5	50,01	0,765	0,82	4,3	4,56	4,22
2:39	236	234,1	233,7	395,9	391,5	390,5	392,6	50,01	0,69	0,85	4,34	4,5	4,19
2:40	235,9	234,1	233,6	397,4	392,7	392,2	394,1	50,01	0,69	0,85	4,25	4,5	4,24
2:41	235,7	233,9	233,4	396,7	392,3	391,9	393,6	50,01	0,72	0,8	4,27	4,47	4,28
2:42	235,6	233,9	233,4	397	392,5	392,2	393,9	50	0,69	0,8	4,25	4,45	4,22
2:43	235,5	233,8	233,2	398,4	393,9	393,6	395,3	50	0,735	0,79	4,18	4,37	4,17
2:44	235,6	233,8	233,2	397,7	393,2	392,8	394,6	49,99	0,735	0,79	4,22	4,4	4,21
2:45	235,5	233,6	233,1	398	393,6	393,1	394,9	50	0,72	0,8	4,22	4,38	4,22
2:46	235,4	233,5	233	397,2	393,2	392,3	394,3	49,99	0,675	0,77	4,21	4,33	4,22
2:47	235,7	233,7	233,2	398,2	393,9	393,3	395,1	50	0,735	0,78	4,15	4,35	4,17
2:48	235,7	233,6	233,3	398	394,1	393,1	395	50,01	0,735	0,76	4,13	4,38	4,22
2:49	236,2	234,2	234	398,7	394,7	394	395,8	50,01	0,72	0,74	4,09	4,31	4,15
2:50	236	234,1	233,9	398,6	394,3	393,7	395,5	50,01	0,705	0,78	4,13	4,3	4,07
2:51	236	234	234	398,6	394,5	394	395,7	50	0,69	0,74	4,23	4,28	4,05
2:52	236,4	234,2	234,1	399,1	394,9	394,7	396,2	50,01	0,75	0,73	4,2	4,41	4,08
2:53	236,4	234,3	234,1	399,7	395,6	395,2	396,8	50	0,735	0,73	4,24	4,41	4,09
2:54	236,8	234,5	234,5	399,2	395,2	394,9	396,5	50	0,765	0,7	4,2	4,34	4,09
2:55	236,9	234,6	234,4	400,4	396,4	396,1	397,6	50	0,81	0,7	4,17	4,28	4,08
2:56	237	234,7	234,4	400,1	396	395,6	397,2	50,01	0,825	0,72	4,13	4,32	4,12
2:57	237,2	235,1	234,7	400,9	396,4	396,2	397,8	50,01	0,81	0,76	4,04	4,28	4,05
2:58	237,5	235,3	234,9	400,5	396,1	395,9	397,5	50,01	0,825	0,76	4,08	4,35	4,1
2:59	237,3	235,2	234,8	400,9	396,8	396,6	398,1	50	0,855	0,7	4,18	4,37	4,18
3:00	237,1	235,1	234,6	401,3	397,1	396,9	398,4	49,99	0,84	0,72	4,19	4,35	4,15
3:01	236	234	233,5	400,7	397	396,3	398	49,99	0,81	0,68	4,24	4,24	4,16
3:02	236	233,9	233,5	400,4	396,8	396,2	397,8	49,98	0,825	0,66	4,26	4,21	4,13
3:03	235,8	233,5	233,4	400,4	396,5	396	397,6	49,99	0,825	0,69	4,29	4,24	4,1
3:04	235,7	233,5	233,3	400,2	396,4	396,1	397,6	49,98	0,84	0,67	4,26	4,32	4,06
3:05	235,6	233,5	233,3	401,5	397,8	397,4	398,9	49,99	0,825	0,66	4,25	4,28	4,04
3:06	235,3	233,3	233,1	399,8	396,2	395,9	397,3	49,99	0,795	0,64	4,31	4,27	4,04
3:07	235,2	233,2	232,9	398,9	395,3	394,9	396,3	49,99	0,75	0,64	4,34	4,28	4,04
3:08	235,4	233,4	233,2	400,1	396,7	396	397,6	49,98	0,78	0,64	4,37	4,35	4,09

Время	Ua	Ub	Uc	Uab	Ubc	Uca	U1	F	K0	K2	KUa	KUb	KUc
3:09	235	233,1	232,8	400	396,9	396,3	397,7	49,99	0,765	0,57	4,39	4,34	4,1
3:10	234,9	232,8	232,5	400,5	397,3	396,8	398,2	49,99	0,825	0,58	4,28	4,34	4,1
3:11	235	233	232,7	400,1	397	396,6	397,9	49,99	0,84	0,56	4,21	4,37	4,16
3:12	235,1	233,2	232,7	400,5	397,3	397	398,2	50	0,795	0,56	4,23	4,28	4,13
3:13	235	233,1	232,7	400,1	396,7	396,1	397,6	50	0,795	0,63	4,27	4,36	4,12
3:14	235,3	233,1	232,9	400,9	396,9	396,1	398	50	0,825	0,75	4,13	4,28	4,01
3:15	235,3	233,1	232,8	400,7	396,9	396	397,9	50	0,855	0,74	4,27	4,31	4,07
3:16	235,4	233,1	232,7	400,7	397,1	396	397,9	49,99	0,9	0,73	4,2	4,26	4,03
3:17	235,5	233,3	233	400,1	396,5	395,1	397,3	49,99	0,84	0,75	4,19	4,33	4,06
3:18	235,4	233,3	233,2	400,4	396,9	395,6	397,7	50	0,765	0,72	4,25	4,32	4,06
3:19	235,1	233	232,8	401,1	397,6	396,1	398,2	50	0,81	0,75	4,28	4,32	4,09
3:20	235	232,9	232,6	401,5	397,9	396,4	398,6	49,99	0,75	0,77	4,29	4,41	4,09
3:21	235,2	233,1	232,9	401,2	397,8	396,2	398,4	49,99	0,78	0,75	4,3	4,39	4,06
3:22	235,5	233,3	233,3	401,2	397,8	396,3	398,4	50,01	0,78	0,72	4,26	4,31	4,04
3:23	235,4	233,4	233,2	401,1	397,6	396,2	398,3	50,02	0,765	0,73	4,27	4,33	4,08
3:24	235,2	233,2	232,8	401,3	397,5	396,2	398,3	50,01	0,78	0,77	4,28	4,34	4,12
3:25	235,4	233,2	233	401,5	397,7	396,5	398,6	50	0,855	0,75	4,31	4,4	4,17
3:26	235,8	233,6	233,3	401,3	397,8	396,5	398,5	50	0,885	0,73	4,22	4,31	4,15
3:27	235,8	233,6	233,3	400,9	397,5	396,1	398,1	49,99	0,825	0,72	4,22	4,3	4,13
3:28	235,8	233,7	233,4	401,7	398,3	396,7	398,9	49,99	0,81	0,74	4,36	4,28	4,15
3:29	235,9	233,9	233,7	401,2	398	396,2	398,4	49,99	0,75	0,74	4,34	4,29	4,09
3:30	235,7	233,7	233,4	399,9	396,7	395,6	397,4	50	0,78	0,65	4,34	4,25	4,06
3:31	235,8	233,8	233,4	400,9	397,5	396,8	398,4	50	0,81	0,63	4,41	4,38	4,11
3:32	235,6	233,6	233,3	400,6	397,1	396,4	398	50	0,795	0,65	4,37	4,47	4,09
3:33	235,5	233,5	233,3	400,3	396,9	396,1	397,8	49,99	0,78	0,66	4,38	4,42	4,11
3:34	235,3	233,5	233	400,7	397,1	396,4	398,1	49,99	0,75	0,67	4,31	4,43	4,11
3:35	235	233,1	232,7	400,4	396,4	396,1	397,6	49,99	0,75	0,7	4,33	4,49	4,14
3:36	235,2	233,3	232,9	399,6	395,7	395,3	396,8	49,99	0,735	0,69	4,29	4,47	4,13
3:37	235	233,4	232,8	400,6	396,5	396,2	397,8	49,99	0,66	0,71	4,29	4,48	4,17
3:38	234,8	233,4	232,8	400,5	396,5	396,3	397,8	50	0,63	0,69	4,32	4,44	4,27
3:39	234,5	233	232,5	400,5	396,6	396,4	397,8	50	0,705	0,67	4,3	4,46	4,27
3:40	234,5	233,1	232,4	401,3	397,4	397,1	398,6	50,01	0,75	0,67	4,31	4,49	4,25
3:41	234,4	232,8	232,2	400,2	396,5	396,1	397,6	50,01	0,81	0,66	4,35	4,51	4,26
3:42	234,6	233	232,6	399,7	396,3	395,9	397,3	50,02	0,72	0,62	4,37	4,5	4,3
3:43	234,5	232,9	232,5	399,5	395,9	395,6	397	50,01	0,735	0,63	4,41	4,47	4,3
3:44	234,2	232,4	232,1	399,6	396	395,4	397	50	0,765	0,67	4,36	4,37	4,24
3:45	234	232,2	231,9	400,1	396,5	395,7	397,4	50	0,84	0,69	4,27	4,29	4,17
3:46	234,1	232	232	399,9	396,2	395,5	397,2	49,99	0,885	0,69	4,24	4,35	4,23
3:47	234,3	232,2	232,2	400,7	397	396,1	397,9	49,99	0,9	0,7	4,19	4,37	4,26
3:48	234,3	232,1	232,1	401,1	397,3	396,3	398,2	50	0,885	0,74	4,19	4,4	4,29
3:49	234,2	232,1	232	400,6	396,3	396	397,6	50	0,855	0,74	4,27	4,5	4,32
3:50	234,3	232	231,9	400,5	396,2	395,7	397,4	50	0,915	0,77	4,32	4,52	4,28
3:51	234,3	232	232,1	398,4	394,3	393,8	395,5	50	0,885	0,73	4,39	4,51	4,33
3:52	233,9	231,5	231,5	398	394	393,7	395,2	50,01	0,93	0,7	4,39	4,46	4,29
3:53	233,7	231,4	231,5	398,5	394,6	394	395,7	50	0,915	0,71	4,37	4,5	4,32
3:54	233,8	231,7	231,7	398,5	394,6	394,1	395,7	49,99	0,87	0,7	4,43	4,51	4,29
3:55	233,7	231,7	231,6	402,3	398,3	398,1	399,6	49,99	0,795	0,68	4,33	4,44	4,27
3:56	233,8	231,7	231,8	403,1	398,9	398,9	400,3	50	0,84	0,71	4,32	4,5	4,22

Время	Ua	Ub	Uc	Uab	Ubc	Uca	U1	F	K0	K2	KUa	KUb	KUc
3:57	233,9	231,6	231,7	398,2	394,3	394,2	395,6	50	0,9	0,67	4,49	4,58	4,34
3:58	233,6	231,5	231,5	399,2	395,1	394,9	396,4	50	0,855	0,72	4,54	4,65	4,37
3:59	233,6	231,3	231,2	398,2	394,4	393,8	395,4	50	0,915	0,7	4,48	4,63	4,35
4:00	233,4	231	230,9	398,2	394,3	394	395,5	50	0,945	0,69	4,49	4,61	4,23
4:01	233,3	231	230,9	398,1	394,2	393,9	395,4	50	0,93	0,69	4,53	4,68	4,22
4:02	236,1	233,6	233,7	397,2	393,3	392,7	394,4	50	0,9	0,72	4,42	4,57	4,14
4:03	237,3	234,7	235	396,6	392,5	391,9	393,7	50	0,93	0,75	4,42	4,59	4,17
4:04	237	234,4	234,8	396,4	392,2	391,5	393,4	49,99	0,945	0,77	4,52	4,61	4,27
4:05	236,7	234,3	234,5	394,9	390,9	390,2	392	49,97	0,855	0,76	4,55	4,56	4,28
4:06	236,3	233,9	234	395,2	391	390,3	392,2	49,98	0,885	0,78	4,47	4,51	4,2
4:07	236	233,6	233,7	394,7	390,5	389,8	391,7	49,98	0,87	0,78	4,39	4,48	4,12
4:08	236	233,6	233,7	394,6	390,3	389,7	391,6	49,98	0,87	0,79	4,49	4,53	4,16
4:09	235,9	233,5	233,4	394,2	390,1	389,1	391,1	49,98	0,9	0,81	4,53	4,55	4,21
4:10	235,9	233,4	233,4	393	389	388,1	390	49,99	0,915	0,78	4,51	4,65	4,2
4:11	236	233,4	233,6	393	388,9	388	389,9	50	0,945	0,8	4,49	4,58	4,18
4:12	235,8	233,2	233,3	393,9	389,7	389	390,9	50,01	0,93	0,79	4,49	4,56	4,12
4:13	235,2	232,8	232,8	392,4	388	387,7	389,4	50,01	0,9	0,79	4,61	4,66	4,22
4:14	235,2	232,8	232,8	400,1	395,8	395,3	397,1	50,01	0,855	0,78	4,49	4,54	4,08
4:15	235,1	232,8	232,8	399,4	395,3	394,6	396,4	50,01	0,87	0,76	4,54	4,5	4,18
4:16	235,2	232,8	232,6	399,6	395,6	395	396,7	50,01	0,915	0,72	4,6	4,5	4,21
4:17	235	232,6	232,5	399,7	396	395	396,9	50	0,93	0,73	4,53	4,49	4,2
4:18	234,8	232,5	232,2	400,3	396,4	395,5	397,4	50	0,855	0,74	4,45	4,43	4,1
4:19	236,2	233,8	233,4	400,5	396,5	395,5	397,5	50,01	0,945	0,77	4,53	4,5	4,2
4:20	236,8	234,4	234,1	399	395	394,5	396,2	50	0,9	0,73	4,49	4,5	4,16
4:21	236,6	234,4	234	399,3	395,4	395,2	396,6	50	0,885	0,69	4,46	4,53	4,15
4:22	236,6	234,6	234,2	399,3	395,7	395,3	396,8	50	0,855	0,64	4,46	4,52	4,2
4:23	236,4	234,4	234	398,3	394,8	394,4	395,8	49,99	0,825	0,64	4,45	4,5	4,14
4:24	236,3	234,2	233,9	398,5	395,1	394,8	396,1	49,98	0,81	0,6	4,39	4,5	4,11
4:25	236	234	233,7	400,1	396,5	396	397,5	49,99	0,855	0,64	4,38	4,53	4,17
4:26	235,7	233,6	233,3	399,2	395,6	395,1	396,6	49,99	0,9	0,64	4,46	4,5	4,24
4:27	235,6	233,5	233,2	398,3	395	394,1	395,8	50	0,915	0,65	4,56	4,51	4,39
4:28	235,8	233,6	233,3	398,9	395,8	394,9	396,5	50	0,96	0,61	4,52	4,5	4,41
4:29	235,6	233,6	233,2	398,8	396	395,1	396,6	50	0,855	0,57	4,56	4,51	4,48
4:30	235,6	233,8	233,3	400,4	397,2	396,5	398	50,01	0,81	0,6	4,61	4,56	4,52
4:31	235,5	233,8	233	400,7	397,5	396,8	398,3	50,02	0,81	0,6	4,63	4,54	4,48
4:32	235,8	233,8	233,4	400,3	396,7	396,2	397,7	50,01	0,81	0,66	4,56	4,54	4,35
4:33	235,6	233,6	233,3	400,4	396,4	396,4	397,7	50	0,81	0,68	4,59	4,52	4,36
4:34	235,6	233,6	233,1	400,3	396,1	395,9	397,4	50	0,78	0,72	4,58	4,55	4,41
4:35	235,9	234,1	233,5	398,5	394,6	394,4	395,8	50	0,795	0,69	4,58	4,56	4,37
4:36	235,9	233,9	233,3	399,5	395,3	395,2	396,7	50	0,84	0,71	4,58	4,55	4,41
4:37	236,2	234,1	233,6	400,3	396	395,9	397,4	50	0,825	0,73	4,51	4,47	4,37
4:38	236	234	233,5	399,9	395,5	395,3	396,9	50	0,795	0,76	4,49	4,41	4,31
4:39	235,5	233,7	233	399	394,6	394,5	396	49,99	0,75	0,75	4,48	4,44	4,3
4:40	235,5	233,7	233	398,7	394,3	394,2	395,7	49,99	0,735	0,74	4,5	4,46	4,35
4:41	235,9	234,1	233,5	399,7	395,5	395,3	396,8	50	0,72	0,72	4,55	4,46	4,41
4:42	235,8	234	233,3	398,9	394,8	394,5	396,1	50	0,735	0,73	4,58	4,51	4,42
4:43	235,6	233,7	233,2	398,8	394,4	394	395,7	50	0,765	0,77	4,59	4,55	4,43
4:44	235,5	233,5	233,1	399,4	395,2	394,7	396,4	49,99	0,78	0,76	4,6	4,6	4,42

Время	Ua	Ub	Uc	Uab	Ubc	Uca	U1	F	K0	K2	KUa	KUb	KUc
4:45	235,4	233,5	233,1	399,9	396	395,4	397,1	49,99	0,735	0,72	4,57	4,51	4,39
4:46	235,6	233,7	233,3	398,6	395	394,1	395,9	49,99	0,75	0,7	4,58	4,55	4,38
4:47	235,7	233,7	233,3	399,4	396,1	395,4	397	49,99	0,765	0,63	4,71	4,6	4,46
4:48	235,8	233,5	233,3	399,9	396,5	395,6	397,4	49,99	0,87	0,66	4,76	4,56	4,47
4:49	235,9	233,4	233,3	400,1	396,3	395,6	397,3	49,99	0,975	0,7	4,71	4,58	4,49
4:50	235,9	233,5	233,5	401,4	397,5	396,9	398,6	49,99	0,945	0,71	4,71	4,56	4,53
4:51	235,9	233,7	233,3	400,9	397,2	396,7	398,3	50	0,87	0,67	4,73	4,54	4,6
4:52	235,7	233,4	233,2	400,7	397,1	396,4	398	49,99	0,84	0,67	4,66	4,48	4,53
4:53	235,8	233,7	233,4	401,4	397,7	397	398,7	50	0,81	0,68	4,61	4,51	4,45
4:54	235,7	233,6	233,6	400,1	396,6	395,7	397,4	49,99	0,78	0,68	4,63	4,51	4,45
4:55	235,9	233,8	233,9	403,7	399,9	399,2	400,9	49,99	0,81	0,7	4,67	4,58	4,48
4:56	235,8	233,7	233,8	400,3	396,6	396,2	397,7	49,99	0,78	0,66	4,78	4,67	4,62
4:57	235,8	233,8	233,8	398	394,4	393,7	395,4	49,99	0,765	0,68	4,96	4,81	4,72
4:58	236,7	234,5	234,5	397,6	394,1	393,3	395	49,99	0,795	0,67	4,88	4,78	4,71
4:59	236,9	234,6	234,6	397,3	393,7	393	394,7	49,99	0,855	0,68	4,81	4,74	4,66
5:00	237,1	234,8	234,7	397,7	394,1	393,4	395,1	50	0,87	0,68	4,76	4,73	4,64
5:01	236,9	234,5	234,6	396	392,4	391,6	393,3	49,97	0,885	0,69	4,96	4,79	4,81
5:02	237	234,5	234,5	395,4	392	391	392,8	49,98	0,915	0,68	4,94	4,83	4,84
5:03	236,8	234,2	234,4	395	391,6	390,8	392,5	50	0,915	0,66	4,87	4,75	4,82
5:04	236,3	233,8	233,9	397	393,3	392,5	394,3	50,01	0,855	0,71	4,77	4,74	4,73
5:05	236,9	234,5	234,5	396,9	393,2	392,6	394,2	50,01	0,825	0,69	4,83	4,8	4,69
5:06	236,8	234,5	234,5	397,1	393,3	392,5	394,3	50	0,81	0,72	4,78	4,72	4,69
5:07	236,6	234,4	234,4	397,4	393,6	392,8	394,6	50	0,795	0,73	4,69	4,59	4,59
5:08	236,6	234,5	234,4	396,7	393	392,1	393,9	50	0,795	0,72	4,67	4,58	4,57
5:09	236,4	234,4	234,1	396,2	392,6	391,4	393,4	50	0,795	0,74	4,74	4,72	4,68
5:10	236,5	234,6	234,1	395,8	392,2	391,2	393,1	50	0,765	0,7	4,68	4,73	4,62
5:11	236,5	234,6	234,2	395	391,7	390,5	392,4	49,98	0,735	0,7	4,65	4,81	4,6
5:12	236,6	234,7	234,3	394,6	391,5	390,1	392,1	49,98	0,765	0,68	4,66	4,78	4,61
5:13	236,4	234,4	234,1	394,1	390,9	389,6	391,5	49,99	0,705	0,69	4,73	4,75	4,62
5:14	236,3	234,3	233,9	394,9	391,6	390,4	392,3	49,99	0,75	0,68	4,74	4,77	4,66
5:15	236,5	234,2	234	395,1	391,6	390,5	392,4	50	0,825	0,71	4,7	4,71	4,66
5:16	236,8	234,6	234,6	395,3	391,4	390,2	392,3	50,01	0,765	0,78	4,65	4,55	4,56
5:17	236,5	234,4	234,4	396,3	392,6	391,3	393,4	50,01	0,75	0,77	4,62	4,53	4,55
5:18	236,6	234,6	234,4	396,8	393,1	391,9	394	50	0,75	0,75	4,66	4,58	4,57
5:19	236,6	234,7	234,4	396,9	393,2	391,6	393,9	49,98	0,735	0,8	4,71	4,6	4,62
5:20	236,6	234,7	234,5	395,9	392,3	391,1	393,1	49,98	0,72	0,74	4,76	4,7	4,71
5:21	236,4	234,3	234,2	394,7	391,1	390	391,9	49,98	0,75	0,72	4,73	4,64	4,66
5:22	236,5	234,5	234,4	393,6	390,2	388,9	390,9	49,98	0,69	0,72	4,68	4,56	4,63
5:23	236,6	234,6	234,6	394,4	390,9	389,6	391,6	49,98	0,705	0,74	4,69	4,57	4,54
5:24	236,7	234,7	234,5	395,4	391,9	390,7	392,6	49,99	0,75	0,72	4,73	4,6	4,58
5:25	236,3	234,2	233,9	396,5	392,9	391,7	393,7	50	0,855	0,73	4,73	4,65	4,61
5:26	236,3	234	233,8	397,2	393,4	392,3	394,3	50,01	0,885	0,76	4,74	4,73	4,6
5:27	236,7	234,4	234,2	397,3	393,4	392,4	394,3	50	0,855	0,76	4,76	4,74	4,57
5:28	236,7	234,3	234,1	397,2	393,7	392,3	394,4	49,99	0,87	0,73	4,74	4,64	4,56
5:29	236,8	234,4	234,1	397,5	393,8	392,4	394,6	49,99	0,855	0,77	4,69	4,65	4,53
5:30	236,9	234,5	234,4	395,5	391,9	390,6	392,6	49,98	0,84	0,75	4,76	4,61	4,63
5:31	237	234,6	234,6	395,1	391,4	390,1	392,2	49,99	0,795	0,77	4,79	4,63	4,66
5:32	236,7	234,5	234,5	394,8	391,4	389,8	392	50	0,75	0,75	4,78	4,61	4,67

Время	Ua	Ub	Uc	Uab	Ubc	Uca	U ₁	F	K0	K2	K _{Ua}	K _{Ub}	K _{Uc}
5:33	236,8	234,8	234,6	394,1	390,6	388,9	391,2	50,01	0,735	0,78	4,71	4,56	4,57
5:34	237	235,1	234,8	394,7	391,3	389,6	391,9	50,02	0,735	0,77	4,69	4,6	4,59
5:35	236,6	234,7	234,3	394,6	391	389,4	391,7	50,01	0,795	0,79	4,66	4,55	4,61
5:36	236,4	234,3	234	396,3	392,6	391,3	393,4	50	0,84	0,77	4,68	4,57	4,58
5:37	236,5	234,5	234	396,2	392,5	391,2	393,3	50	0,825	0,77	4,7	4,54	4,62
5:38	236,6	234,6	234,3	396,5	392,8	391,5	393,6	50	0,825	0,77	4,69	4,62	4,59
5:39	236,6	234,8	234,3	396,7	393,2	391,7	393,9	50,01	0,795	0,76	4,67	4,65	4,55
5:40	236,7	234,9	234,5	397,5	394	392,4	394,6	50,02	0,765	0,77	4,64	4,58	4,55
5:41	237	235,2	234,7	398,5	394,8	393,4	395,6	50,01	0,75	0,76	4,59	4,55	4,52
5:42	237,2	235,3	235,1	397,7	394	392,6	394,8	50	0,735	0,77	4,6	4,54	4,59
5:43	237,1	235,1	235	396,2	392,6	391,2	393,3	49,99	0,765	0,76	4,61	4,51	4,67
5:44	236,9	234,9	234,7	397,3	393,3	392	394,2	49,99	0,75	0,81	4,6	4,5	4,61
5:45	236,8	235,1	234,7	395,6	391,5	390,5	392,5	49,99	0,675	0,79	4,64	4,56	4,6
5:46	237	235,3	235,1	396,4	392,6	391,8	393,6	49,98	0,675	0,72	4,7	4,61	4,6
5:47	236,9	235	234,9	397	393,5	392,5	394,4	49,99	0,75	0,69	4,76	4,69	4,67
5:48	236,8	234,7	234,7	397,7	393,9	393,3	395	49,98	0,72	0,7	4,8	4,72	4,64
5:49	236,9	234,9	234,8	397,4	393,8	392,9	394,7	49,98	0,675	0,7	4,75	4,63	4,66
5:50	236,9	234,8	234,7	397,2	393,5	392,6	394,5	49,99	0,705	0,72	4,75	4,68	4,71
5:51	236,7	234,3	234,5	396,5	392,6	392	393,7	50	0,75	0,72	4,84	4,77	4,75
5:52	236,7	234,5	234,5	394,5	390,3	389,7	391,5	50	0,765	0,77	4,91	4,8	4,84
5:53	236,9	234,9	234,7	396,9	392,9	392,2	394	50	0,78	0,75	4,9	4,78	4,81
5:54	237	235	234,8	398	394	393,4	395,1	50	0,81	0,72	4,84	4,76	4,72
5:55	237	235	234,4	397,1	393,1	392,4	394,2	49,99	0,81	0,74	4,78	4,71	4,7
5:56	236,9	235	234,3	397,8	394,3	393,3	395,1	50	0,795	0,7	4,83	4,75	4,78
5:57	237	234,9	234,3	397,6	394,2	392,9	394,9	49,99	0,84	0,7	4,85	4,77	4,79
5:58	237	234,9	234,4	397,8	394,5	393,4	395,2	49,99	0,87	0,68	4,77	4,69	4,75
5:59	237	235,1	234,4	398,1	395,1	394,1	395,8	49,99	0,84	0,62	4,74	4,69	4,68
6:00	237,2	235,3	234,5	396,4	393,5	392,3	394	49,99	0,855	0,61	4,68	4,61	4,67
6:01	237,2	235,2	234,6	397,3	394,1	392,9	394,8	50	0,855	0,66	4,67	4,62	4,63
6:02	237,6	235,7	235,1	398,6	395,4	394	396	49,99	0,84	0,69	4,7	4,66	4,67
6:03	237,3	235,6	234,8	399	395,6	394,6	396,4	49,98	0,795	0,67	4,72	4,67	4,69
6:04	237,6	235,9	235,2	398,6	395,4	394,4	396,1	49,98	0,81	0,65	4,71	4,64	4,69
6:05	237,1	235,4	234,7	398,4	395,3	394,2	396	49,98	0,825	0,65	4,69	4,64	4,62
6:06	237,6	235,9	235,1	398,4	395,1	393,8	395,8	49,98	0,81	0,69	4,67	4,69	4,64
6:07	237,7	235,8	235,4	397,9	394,5	393,6	395,3	49,98	0,75	0,67	4,64	4,69	4,67
6:08	237,7	235,7	235,3	398,8	395,3	394,5	396,2	50	0,75	0,67	4,61	4,64	4,65
6:09	237,4	235,6	235,1	397,5	394,1	393,4	395	50,01	0,735	0,65	4,75	4,67	4,69
6:10	237,7	235,9	235,4	397,5	394,2	393,1	394,9	50	0,735	0,67	4,66	4,55	4,6
6:11	238,2	236,4	235,8	396,9	393,4	392,3	394,2	50	0,765	0,7	4,67	4,59	4,53
6:12	238,2	236,2	235,7	396,9	393,6	392,3	394,3	50	0,795	0,7	4,63	4,54	4,53
6:13	237,9	235,8	235,1	396,7	393,7	392	394,1	50	0,825	0,7	4,61	4,56	4,54
6:14	237,9	235,8	235	396,9	393,8	392,3	394,4	50	0,855	0,69	4,6	4,56	4,53
6:15	238	235,8	235,2	397,9	394,6	393,2	395,2	49,99	0,84	0,71	4,63	4,59	4,54
6:16	237,8	235,5	235,1	397,3	393,8	392,5	394,5	50	0,81	0,72	4,61	4,61	4,52
6:17	237,9	235,7	235,3	396,6	393,2	392,1	394	50	0,84	0,7	4,57	4,64	4,46
6:18	238,2	235,9	235,5	397,4	394	393,3	394,9	50	0,825	0,64	4,62	4,67	4,44
6:19	238	235,6	235,2	397,6	394,3	393,5	395,1	50	0,825	0,65	4,69	4,6	4,45
6:20	237,9	235,6	235,1	396,5	393,1	392,3	394	49,99	0,81	0,67	4,71	4,66	4,5

Время	Ua	Ub	Uc	Uab	Ubc	Uca	U1	F	K0	K2	KUa	KUb	KUc
6:21	237,6	235,4	234,9	395,3	392,2	391,4	393	50	0,75	0,6	4,83	4,7	4,61
6:22	237,8	235,7	235,2	395,5	392,8	391,7	393,3	50	0,765	0,58	4,81	4,67	4,7
6:23	237,9	235,7	235,3	396,1	393,3	392,1	393,8	50,01	0,75	0,62	4,81	4,71	4,73
6:24	237,7	235,5	235,2	395,5	392,4	391,1	393	50,01	0,78	0,67	4,84	4,71	4,7
6:25	237,6	235,4	235,2	397,1	393,8	392,8	394,6	50,01	0,72	0,67	4,72	4,66	4,61
6:26	237,4	235,1	235	398,4	395,1	394	395,8	50	0,795	0,67	4,74	4,75	4,65
6:27	237,6	235,3	235	398	394,8	393,6	395,5	49,99	0,81	0,67	4,79	4,79	4,67
6:28	237,5	235,4	234,9	396,5	393,3	392	393,9	49,99	0,84	0,68	4,83	4,74	4,69
6:29	237,3	235,2	234,8	397,4	394,1	392,9	394,8	49,99	0,855	0,69	4,76	4,67	4,62
6:30	237,5	235,4	235	395,3	392,1	390,8	392,7	49,99	0,87	0,69	4,75	4,7	4,57
6:31	237,5	235,4	235	394,9	391,7	390,5	392,4	49,99	0,855	0,67	4,77	4,74	4,64
6:32	237,6	235,5	235,1	396	392,7	391,5	393,4	49,98	0,855	0,69	4,8	4,81	4,65
6:33	237,4	235,2	235	396,3	393,2	391,8	393,7	49,99	0,855	0,67	4,83	4,75	4,63
6:34	237,6	235,4	235	396,2	393,3	391,9	393,8	49,99	0,855	0,64	4,85	4,79	4,66
6:35	237,2	235,2	234,6	397	394	392,6	394,5	49,99	0,855	0,65	4,89	4,83	4,72
6:36	237,3	235,3	234,8	396,2	393,1	391,7	393,6	49,99	0,855	0,67	4,84	4,83	4,72
6:37	237,4	235,2	234,9	396,3	393,2	391,8	393,8	50	0,84	0,66	4,84	4,79	4,73
6:38	237,7	235,4	235,1	397,1	393,9	392,5	394,5	50	0,885	0,69	4,83	4,74	4,76
6:39	237,8	235,4	235	395	391,9	390,4	392,4	50,01	0,885	0,68	4,94	4,78	4,79
6:40	237,6	235,4	234,9	394,6	391,7	389,9	392	50,01	0,855	0,69	4,87	4,72	4,72
6:41	237,7	235,3	235	395,4	392,2	390,6	392,7	49,99	0,915	0,72	4,92	4,76	4,74
6:42	237,6	235,2	234,9	396,5	393	391,7	393,7	50	0,9	0,73	4,89	4,79	4,69
6:43	237,5	235	235	396,1	392,9	391,5	393,5	50,01	0,9	0,7	4,88	4,79	4,76
6:44	237,8	235,3	235,5	395,9	392,5	391	393,1	50,01	0,84	0,74	4,9	4,77	4,79
6:45	237,8	235,5	235,7	395,8	391,9	390,6	392,8	50	0,78	0,79	4,82	4,73	4,72
6:46	237,6	235,5	235,6	396,2	392,2	390,9	393,1	50	0,75	0,81	4,72	4,7	4,63
6:47	237,5	235,7	235,7	395,9	392	390,6	392,8	50	0,675	0,81	4,76	4,74	4,65
6:48	237,8	235,9	235,9	397,3	393,6	392,1	394,3	50	0,705	0,79	4,75	4,66	4,65
6:49	237,8	235,9	235,8	397,7	394,1	392,4	394,7	50	0,72	0,78	4,82	4,7	4,71
6:50	237,9	235,9	235,9	397,1	393,6	391,8	394,2	50	0,72	0,8	4,75	4,6	4,74
6:51	237,9	235,9	235,9	395,4	391,6	390,3	392,4	50,01	0,735	0,79	4,73	4,71	4,84
6:52	237,8	235,9	235,8	394,7	391,2	389,7	391,9	50,02	0,705	0,76	4,76	4,7	4,91
6:53	237,9	236	235,9	393,9	390,4	388,7	391	50,01	0,735	0,78	4,72	4,64	4,85
6:54	238,3	236,2	236	394,3	391,1	389,6	391,6	50	0,855	0,71	4,76	4,67	4,88
6:55	238,5	236,4	236,1	395,7	392,4	391	393	49,99	0,855	0,72	4,74	4,66	4,89
6:56	238,1	236,1	235,8	394,4	390,7	389,6	391,5	49,99	0,81	0,74	4,72	4,67	4,81
6:57	238,3	236,3	236	394,6	391,3	390	392	49,99	0,84	0,69	4,75	4,81	4,88
6:58	238,3	236,4	235,9	394,7	391,3	390	392	50	0,855	0,72	4,72	4,72	4,84
6:59	238,4	236,4	236	401,2	397,7	396,3	398,3	49,99	0,885	0,73	4,67	4,67	4,75
7:00	238,3	236,1	235,9	400,6	397,3	395,7	397,9	49,98	0,885	0,73	4,63	4,7	4,76
7:01	238,5	236,5	236,4	399,8	396,3	394,9	397	49,99	0,855	0,74	4,67	4,69	4,8
7:02	238,7	236,7	236,4	400	396,3	395,1	397,1	50	0,855	0,76	4,65	4,66	4,78
7:03	238,9	236,7	236,4	399,6	396,2	394,9	396,9	50	0,93	0,72	4,76	4,71	4,9
7:04	239	236,7	236,5	400,4	396,9	395,7	397,7	50	0,93	0,72	4,7	4,7	4,81
7:05	239,1	236,9	236,5	400	396,2	395,2	397,1	50,01	0,855	0,74	4,6	4,66	4,71
7:06	239,2	236,9	236,7	400,3	396,8	395,5	397,5	50,01	0,825	0,72	4,68	4,66	4,74
7:07	238,9	236,6	236,2	400	396,4	395,1	397,1	50,02	0,885	0,74	4,76	4,66	4,77
7:08	239,1	236,8	236,3	400,6	397	395,9	397,8	50	0,87	0,72	4,73	4,64	4,78

Время	Ua	Ub	Uc	Uab	Ubc	Uca	U ₁	F	K0	K2	K _{Ua}	K _{Ub}	K _{Uc}
7:09	239,3	236,9	236,4	400,9	397,2	396,4	398,2	50	0,885	0,69	4,73	4,72	4,8
7:10	239,3	236,8	236,3	400,9	397,6	396,5	398,3	50	0,9	0,67	4,75	4,75	4,82
7:11	239,1	236,7	236,2	401,6	398	396,9	398,8	50	0,855	0,72	4,77	4,74	4,89
7:12	238,7	236,3	236	401,4	397,6	396,5	398,5	50	0,825	0,75	4,78	4,68	4,88
7:13	238,7	236,1	235,9	400,8	397,2	395,9	397,9	49,99	0,855	0,74	4,8	4,72	4,92
7:14	238,8	236,4	236,1	400,9	397,2	396,1	398,1	49,99	0,825	0,74	4,78	4,63	4,9
7:15	239	236,5	236,1	401,1	397,5	396,4	398,4	49,99	0,885	0,72	4,78	4,62	4,94
7:16	239,2	236,7	236,4	403,5	399,9	398,9	400,7	50	0,93	0,7	4,77	4,62	4,9
7:17	239,4	236,8	236,5	404,7	401,1	400,1	402	49,99	0,975	0,7	4,8	4,66	4,95
7:18	239,2	236,8	236,4	404,9	401,2	400,2	402,1	49,99	0,915	0,72	4,77	4,68	4,91
7:19	239	236,8	236,2	404,5	400,3	399,6	401,4	50	0,825	0,77	4,76	4,71	4,92
7:20	238,8	236,7	236,1	405,4	401,2	400,1	402,2	50	0,87	0,8	4,72	4,66	4,91
7:21	239,3	237,2	236,7	405,2	400,9	399,9	402	50	0,81	0,82	4,65	4,69	4,88
7:22	239,6	237,6	237,1	404,6	400,1	399,1	401,3	50,01	0,825	0,84	4,63	4,66	4,84
7:23	235,7	233,7	233,2	404,7	400	399,4	401,3	49,99	0,825	0,83	4,62	4,7	4,85
7:24	235,6	233,6	233,2	404,8	400,5	399,7	401,7	49,99	0,855	0,78	4,66	4,7	4,85
7:25	235,6	233,6	233,3	405,6	400,9	400,3	402,2	50	0,915	0,83	4,69	4,72	4,77
7:26	235,8	233,9	233,2	407,9	403,3	402,9	404,7	50	0,87	0,81	4,61	4,73	4,73
7:27	236,1	234,2	233,6	405,7	401	400,7	402,5	50	0,87	0,81	4,68	4,89	4,8
7:28	236,3	234,2	233,8	404,1	399,1	399,2	400,8	50	0,885	0,83	4,74	4,88	4,92
7:29	236,3	234,3	233,7	403,1	398	398	399,7	50	0,855	0,86	4,75	4,79	4,89
7:30	236,6	234,7	234	402,9	397,8	397,6	399,4	50	0,87	0,86	4,76	4,73	4,79
7:31	236,6	234,5	234	402,8	397,9	397,9	399,5	50	0,915	0,82	4,74	4,77	4,85
7:32	236,7	234,6	234	402,9	397,9	397,8	399,5	50,01	0,885	0,84	4,74	4,78	4,84
7:33	236,4	234,2	233,7	401,8	396,9	396,8	398,5	50,01	0,9	0,83	4,76	4,75	4,81
7:34	236,6	234,4	234	403	398,4	398	399,8	50,01	0,885	0,81	4,79	4,75	4,86
7:35	236,6	234,4	233,9	403,5	398,6	398,3	400,1	50	0,9	0,85	4,72	4,76	4,84
7:36	236,8	234,6	233,9	403,1	398,3	398	399,8	50,01	0,9	0,84	4,69	4,76	4,82
7:37	236,6	234,5	233,9	401,4	396,7	396,6	398,2	50	0,87	0,8	4,72	4,83	4,9
7:38	236,7	234,5	233,9	401,3	396,6	396,6	398,1	50	0,9	0,79	4,78	4,82	4,95
7:39	236,6	234,4	233,8	400,9	396,1	396,7	397,9	49,99	0,945	0,77	4,69	4,8	4,86
7:40	236,8	234,6	234,1	403,3	398,6	398,7	400,2	49,99	0,87	0,78	4,66	4,75	4,83
7:41	237,3	226	229,3	402,7	398,3	398,5	399,8	49,99	2,8	0,73	4,64	4,75	4,82
7:42	236,9	224,7	229	401,6	397	397,2	398,6	49,99	3,05	0,75	4,65	4,78	4,76
7:43	236,9	224,9	228,7	401,5	397,1	397,1	398,6	50	3,01	0,75	4,7	4,81	4,7
7:44	236,1	224,2	227,2	399,7	395,4	395,4	396,8	50	2,98	0,73	4,66	4,8	4,64
7:45	237,4	226,2	228,5	402,3	398,1	398,2	399,5	50	2,8	0,7	4,7	4,85	4,74
7:46	238,1	227,8	229,7	404,4	400	400,3	401,6	50	2,55	0,71	4,74	4,89	4,88
7:47	237,7	228,3	230	404,5	400,3	400,4	401,7	50	2,33	0,69	4,72	4,83	4,84
7:48	237,1	228	230,5	404,4	400,1	400,1	401,6	50,01	2,28	0,71	4,84	4,98	4,89
7:49	236,2	226,5	229,8	402,7	398,4	398,2	399,7	50,01	2,48	0,74	4,77	4,9	4,86
7:50	235,4	226,4	229,7	402,1	397,9	397,6	399,2	50,02	2,31	0,73	4,75	4,83	4,78
7:51	236,2	228,3	230,2	403,8	399,8	399,4	401	50,02	2,06	0,69	4,69	4,74	4,75
7:52	235,7	228,1	230,7	403,8	399,7	399,3	400,9	50,02	2,01	0,72	4,73	4,82	4,71
7:53	236,9	228,2	230	404	400,3	399,5	401,3	50,01	2,31	0,69	4,67	4,85	4,69
7:54	237,8	228,3	230,2	404,4	401,1	400,2	401,9	50	2,51	0,64	4,65	4,87	4,66
7:55	238,4	228,2	230,3	404,8	401,6	400,5	402,3	49,99	2,69	0,64	4,67	4,94	4,7
7:56	236,8	225,8	229,3	401,8	398,6	397,5	399,3	50	2,9	0,65	4,79	5,04	4,78

Время	Ua	Ub	Uc	Uab	Ubc	Uca	U1	F	K0	K2	KUa	KUb	KUc
7:57	234,1	223,2	227,6	397,9	394,6	393,6	395,4	50	2,93	0,65	4,91	5,1	4,84
7:58	234,4	222,6	227,3	397,6	394	393,2	394,9	50,01	3,12	0,7	4,85	5,09	4,83
7:59	234,1	223,5	227,6	398	394,5	393,9	395,5	50	2,79	0,65	4,82	5,1	4,91
8:00	234,5	224	228,7	399,3	395,6	395,3	396,7	50,01	2,73	0,64	4,82	5,08	4,9
8:01	234,8	223,8	228,4	399,2	395,7	394,8	396,6	50,01	2,91	0,68	4,78	5,06	4,89
8:02	234,2	223,1	227,7	398,2	394,4	393,6	395,4	50,01	2,94	0,73	4,82	5,05	4,87
8:03	235,2	224,4	227,5	399,5	395,7	394,7	396,6	50,01	2,88	0,74	4,8	5,07	4,87
8:04	234,7	224	225,7	397,8	394,3	393	395	50,01	2,91	0,74	4,78	4,97	4,85
8:05	235,1	224,4	226,2	398,5	395	393,8	395,8	50,01	2,88	0,72	4,74	5,05	4,9
8:06	234,4	223,6	226,7	398,1	394,3	393,2	395,2	50,01	2,88	0,75	4,76	5,08	4,89
8:07	233,9	223,3	226,1	397,2	393,8	392,4	394,5	50	2,88	0,73	4,78	5,07	4,9
8:08	234,5	223,6	226,3	397,9	394,2	393,1	395	49,99	2,93	0,73	4,76	5,03	4,9
8:09	235	224,9	226,4	398,9	395,4	394,1	396,1	49,98	2,78	0,72	4,69	4,96	4,88
8:10	235,1	225,2	226,3	399	395,7	394,4	396,4	49,99	2,74	0,7	4,78	5,05	4,95
8:11	235,5	225	225,7	398,6	395,4	394,1	396	49,98	2,95	0,69	4,76	5,04	4,91
8:12	235,3	224,2	226,3	398,7	394,9	394	395,9	49,99	2,94	0,74	4,72	5,02	4,82
8:13	235,2	224,3	226,3	398,9	394,6	394	395,8	49,99	2,86	0,79	4,76	5,01	4,84
8:14	235,1	225,2	226,3	399,2	395,3	394,4	396,3	50	2,66	0,75	4,87	5,04	4,94
8:15	234,9	225,5	226,1	399	395,6	394,3	396,3	50,01	2,61	0,72	4,97	5,09	5,05
8:16	234,6	224,5	226,6	398,6	395,1	393,7	395,8	50,02	2,73	0,74	4,91	5,05	4,9
8:17	234,2	224,3	227,6	398,9	395,2	394	396	50,01	2,66	0,75	5	5,08	4,95
8:18	234	223,8	227,1	398,2	394,5	393,3	395,3	50	2,76	0,74	4,95	5,06	4,97
8:19	233,4	224,1	226,6	397,6	394,1	393,1	394,9	49,99	2,5	0,69	4,91	5,04	4,92
8:20	233,6	224,7	226,5	397,9	394,5	393,5	395,3	49,99	2,39	0,68	4,85	5	4,84
8:21	232,7	223,7	226	396,7	393	392,2	393,9	49,99	2,42	0,7	4,94	5,02	4,87
8:22	234	225	226,4	398,1	394,8	393,8	395,6	50	2,45	0,66	4,92	5,01	4,87
8:23	234,4	225	225,7	398,2	394,9	393,5	395,5	50	2,64	0,71	4,84	5,01	4,88
8:24	234,8	225	225,4	398,4	394,9	393,3	395,5	50	2,79	0,76	4,81	4,95	4,85
8:25	235,4	225	225,5	398,9	395,2	393,7	395,9	50	2,93	0,78	4,85	4,87	4,88
8:26	235,8	224,8	225,6	399	395,2	394	396,1	50,01	3,02	0,76	4,84	4,88	4,91
8:27	235,5	223,9	226,2	398,8	394,6	393,7	395,7	50,02	3,08	0,8	4,89	4,9	4,85
8:28	235,8	224,2	226,8	399,6	395,3	394,4	396,4	50,02	3,05	0,81	4,93	4,96	4,88
8:29	234,8	223,4	225,7	397,8	393,6	392,9	394,8	50,01	3,01	0,78	4,97	4,97	4,89
8:30	235,8	223,4	226,5	399	394,5	393,8	395,8	50	3,24	0,82	4,91	5,03	4,85
8:31	235,1	223	225,3	397,4	393,5	392,5	394,5	49,99	3,21	0,76	4,77	4,91	4,72
8:32	236,3	223,8	226,8	399,4	395,5	394,4	396,4	49,99	3,3	0,76	4,86	4,99	4,77
8:33	236	224,3	227	399,6	395,8	394,7	396,7	49,98	3,14	0,74	4,92	5,07	4,77
8:34	236,3	223,7	227,5	399,8	396	394,7	396,8	49,99	3,35	0,78	4,89	5,12	4,81
8:35	236,4	223,7	227,6	399,9	396,1	394,7	396,9	50,02	3,4	0,78	4,9	5,15	4,86
8:36	236,9	224,2	227,9	400,7	396,8	395,4	397,6	50,03	3,39	0,8	4,81	5,29	4,96
8:37	235,4	224	227,9	399,5	395,8	394,8	396,7	50,02	3	0,72	4,81	5,36	4,96
8:38	235,5	223,9	226,8	398,7	395,3	394,2	396,1	50	3,09	0,69	4,92	5,46	5,07
8:39	235,1	223,6	225,9	397,7	394,4	393,2	395,1	50	3,11	0,68	5,02	5,47	5,16
8:40	235,7	224,7	226	398,8	395,4	394,4	396,2	49,99	2,98	0,67	5	5,35	5,13
8:41	234,8	225,5	226,9	399,1	395,8	395,2	396,7	49,99	2,47	0,62	4,99	5,27	5,15
8:42	234,2	225,8	228,3	399,6	396,4	395,9	397,3	50	2,19	0,59	5,01	5,34	5,12
8:43	234,4	225	228,9	399,8	396,2	396	397,3	50	2,42	0,61	4,95	5,34	5,03
8:44	235,5	224,7	228,9	400,4	396,5	396,3	397,7	49,99	2,77	0,67	4,87	5,32	5,01

Время	Ua	Ub	Uc	Uab	Ubc	Uca	U1	F	K0	K2	KUa	KUb	KUc
8:45	235,1	224	227,8	399,3	395,4	395	396,5	49,99	2,88	0,69	4,87	5,32	5,05
8:46	236,4	224,2	228,3	400,4	396,4	396,1	397,7	49,99	3,1	0,7	4,75	5,32	5
8:47	235,5	223	227,2	398,5	394,6	394,3	395,8	49,99	3,19	0,68	4,86	5,43	5,05
8:48	235,2	223,5	227,3	398,6	394,9	394,4	395,9	49,99	3	0,66	4,88	5,38	5,05
8:49	234,6	223,3	226,8	397,9	394,2	393,5	395,2	50	2,95	0,69	4,87	5,35	5,02
8:50	232,9	222,6	226,2	396,2	392,3	392	393,5	50	2,65	0,68	4,94	5,4	5,13
8:51	232,1	223,1	226,1	395,8	392,1	391,9	393,3	50	2,34	0,65	5,13	5,48	5,21
8:52	233	223,6	226,2	396,7	392,8	392,9	394,1	50	2,37	0,66	5,17	5,47	5,33
8:53	233	223,4	226,8	397	393	393,2	394,4	49,99	2,41	0,66	5,1	5,49	5,26
8:54	232,3	224,1	226,8	396,8	393,3	393,3	394,4	50	2,1	0,6	5,16	5,52	5,34
8:55	232,4	224,2	227	396,9	393,7	393,3	394,6	50	2,13	0,58	5,26	5,48	5,29
8:56	233,6	223,5	226,5	397,1	393,7	392,9	394,6	50	2,67	0,65	5,16	5,43	5,17
8:57	234,4	223,1	226	397,1	393,7	392,8	394,5	50	3	0,67	5,05	5,33	5,16
8:58	235,1	222,6	226,1	397,5	393,6	392,9	394,7	50,01	3,25	0,73	4,94	5,28	5,08
8:59	234,7	223	225,7	397,2	393,4	392,8	394,5	50,01	3,1	0,7	4,96	5,29	5,16
9:00	234,4	222,7	226,1	396,9	393,2	392,8	394,3	50,01	3,04	0,67	5,01	5,36	5,24
9:01	233,7	222,9	226,1	396,8	392,9	392,6	394,1	50,02	2,79	0,69	4,98	5,31	5,22
9:02	233,1	222,3	226,7	396,4	392,5	392,3	393,7	50,02	2,8	0,68	5,03	5,4	5,25
9:03	232,6	222,7	225,7	395,8	391,9	391,7	393,1	50,02	2,57	0,68	5,07	5,38	5,26
9:04	232,5	223,5	224,9	395,6	392	391,5	393	50,02	2,39	0,67	5	5,28	5,29
9:05	232,8	223,6	224,7	395,8	392,3	391,6	393,2	50,01	2,48	0,67	4,99	5,27	5,35
9:06	233,4	225,1	224,2	396,9	393,1	392,2	394,1	49,99	2,39	0,72	5,01	5,25	5,44
9:07	232,4	225	222,7	395	392	390,6	392,5	49,99	2,39	0,66	5,02	5,28	5,49
9:08	232,8	225,8	224,1	396,5	393,5	392,4	394,1	49,97	2,17	0,62	5,13	5,37	5,59
9:09	233,3	225,5	224	396,6	393,5	392,3	394,2	49,99	2,37	0,65	5,09	5,36	5,48
9:10	233,4	224,7	224	396,2	393	391,9	393,7	50	2,53	0,66	5,08	5,36	5,44
9:11	233,2	224,9	225,2	396,9	393,8	392,8	394,5	50	2,32	0,63	5,19	5,47	5,45
9:12	232	224	225	395,7	392,4	391,4	393,1	49,99	2,2	0,65	5,21	5,48	5,41
9:13	232	223,6	225	395,5	392,1	391	392,9	49,98	2,33	0,69	5,25	5,52	5,49
9:14	231,8	224	225,3	395,7	392,3	391,4	393,1	49,99	2,12	0,66	5,19	5,35	5,45
9:15	231,9	224,8	225,6	396,3	393,2	392,2	393,9	50	1,94	0,63	5,14	5,26	5,45
9:16	231,9	224,9	224,7	396	392,8	391,5	393,4	50	2,03	0,68	5,2	5,25	5,51
9:17	233,5	224,3	224,7	396,7	393,4	391,7	393,9	50	2,66	0,76	5,13	5,26	5,45
9:18	233,8	224,3	225	397	393,7	392,1	394,3	50,01	2,71	0,74	5,1	5,23	5,47
9:19	233,7	224,7	224,6	396,7	393,9	392,1	394,2	50,01	2,66	0,69	5,14	5,3	5,56
9:20	234,6	224,8	224,6	397,5	394,4	392,7	394,9	50	2,85	0,71	5,06	5,28	5,41
9:21	234,3	225,7	224,8	397,9	394,9	393,2	395,3	50	2,6	0,69	5,1	5,26	5,34
9:22	233,4	224,3	224,2	396,1	393	391,6	393,6	50	2,63	0,68	5,14	5,31	5,39
9:23	232,6	222,9	223,8	394,7	391,5	390,3	392,1	50,01	2,71	0,68	5,2	5,37	5,42
9:24	232,8	222,6	225,2	395,5	391,9	391,2	392,8	50,01	2,69	0,68	5,2	5,41	5,46
9:25	233	222,2	226,4	396,2	392,3	391,6	393,4	50	2,87	0,73	5,08	5,36	5,38
9:26	232,9	222,6	226,2	396,3	392,6	391,7	393,5	50	2,76	0,72	5,09	5,36	5,44
9:27	233,7	223,7	226	397,3	393,5	392,7	394,5	49,99	2,67	0,72	5,13	5,4	5,57
9:28	233,9	223,7	226	397,3	393,7	392,9	394,6	49,99	2,7	0,69	5,1	5,38	5,51
9:29	233,5	222,9	226,4	396,9	393	392,4	394,1	50	2,8	0,71	5,15	5,43	5,48
9:30	232,9	222,6	225,9	396,1	392,5	391,6	393,4	50,01	2,76	0,7	5,21	5,43	5,45
9:31	232,6	222,8	225,3	395,4	392,3	391	392,9	49,99	2,69	0,66	5,21	5,4	5,45
9:32	233,1	223,8	225,1	396,1	393,3	391,8	393,7	49,99	2,61	0,63	5,19	5,32	5,46

Время	Ua	Ub	Uc	Uab	Ubc	Uca	U1	F	K0	K2	KUa	KUb	KUc
9:33	232,9	224,2	225,3	396,2	393,5	392	393,9	50	2,45	0,62	5,28	5,43	5,55
9:34	232,3	223,9	226	396,1	393,3	392	393,8	49,99	2,33	0,62	5,26	5,41	5,49
9:35	232,7	225,5	226,7	397,4	395	393,8	395,4	49,99	2,02	0,55	5,26	5,4	5,54
9:36	232,1	224,9	227,5	397	394,5	393,8	395,1	49,99	1,96	0,51	5,34	5,49	5,58
9:37	232,2	225	228,1	397,6	395	394,3	395,6	49,99	1,95	0,5	5,38	5,56	5,65
9:38	232,2	224,6	228,5	397,6	394,8	394,4	395,6	49,98	2,05	0,5	5,34	5,55	5,65
9:39	231,4	225	227,9	396,9	394,3	393,8	395	49,98	1,75	0,49	5,49	5,63	5,85
9:40	231,1	224,5	227,6	396,3	393,8	393,1	394,4	49,98	1,84	0,5	5,47	5,66	5,82
9:41	231,5	224,3	227,2	396,1	393,8	392,9	394,3	50	1,96	0,49	5,42	5,7	5,79
9:42	231,4	224	226,4	395,7	393	392,1	393,6	50	2,03	0,56	5,45	5,74	5,76
9:43	230,6	223,4	225,6	394,5	391,6	390,7	392,3	50	1,98	0,59	5,54	5,79	5,84
9:44	230,7	223,2	227,1	395,5	392,2	391,6	393,1	50	2,12	0,61	5,54	5,77	5,72
9:45	230,4	222,2	227,7	395,2	391,6	391,2	392,7	49,99	2,42	0,66	5,58	5,79	5,64
9:46	232	222,5	228,3	397	392,9	392,6	394,2	49,99	2,64	0,72	5,43	5,7	5,55
9:47	232,8	223,1	227,7	397,5	393,3	392,9	394,6	50	2,58	0,75	5,43	5,66	5,58
9:48	233,4	223,9	227,2	398,1	393,9	393,5	395,1	50	2,47	0,75	5,3	5,61	5,58
9:49	233	222,8	227,5	397,4	393	392,7	394,4	49,99	2,69	0,78	5,32	5,69	5,65
9:50	233,1	222,7	228,3	397,9	393,6	393,3	394,9	49,99	2,78	0,75	5,3	5,71	5,58
9:51	233	222,7	229,1	398,1	393,6	393,9	395,2	50	2,77	0,74	5,46	5,76	5,64
9:52	233	222,5	229,6	398,3	393,9	394	395,4	49,99	2,91	0,74	5,44	5,78	5,65
9:53	232,9	222,2	229,1	397,8	393,5	393,3	394,9	49,98	2,97	0,74	5,44	5,81	5,64
9:54	232,7	223,1	228,8	397,9	393,7	393,9	395,2	49,98	2,59	0,7	5,45	5,85	5,74
9:55	232,7	223,9	228,2	397,9	394	394	395,3	49,98	2,3	0,65	5,59	5,95	5,87
9:56	233,3	223,7	227,1	397,6	393,8	393,3	394,9	49,99	2,51	0,68	5,59	5,88	5,9
9:57	232,9	223,8	225,4	396,5	392,9	391,9	393,8	50	2,48	0,71	5,6	5,86	5,96
9:58	233,3	224,4	225,9	397,4	393,8	392,6	394,6	49,99	2,46	0,72	5,56	5,87	5,92
9:59	233,4	222,5	225,7	396,2	392,4	391,6	393,4	50	2,91	0,74	5,55	5,91	5,9
10:00	233,9	222,8	226,6	397	393,4	392,8	394,4	50	2,89	0,66	5,47	5,82	5,8
10:01	234,6	222,4	226,7	397,2	393,4	393,1	394,6	49,99	3,13	0,68	5,42	5,78	5,71
10:02	235,3	223,4	225,8	397,8	394,2	393,4	395,1	50	3,13	0,69	5,48	5,78	5,75
10:03	234,5	224	225,9	397,7	394	393,5	395,1	50,01	2,74	0,68	5,58	5,9	5,9
10:04	234,9	224,7	226,4	398,7	394,8	394,6	396	50,01	2,64	0,68	5,62	5,99	6,04
10:05	234,7	224,3	227,2	398,7	394,8	394,9	396,1	50,01	2,64	0,67	5,66	6,05	6,07
10:06	234,3	224,9	226,6	398,3	394,6	394,7	395,9	50,01	2,38	0,62	5,66	6,04	6,02
10:07	233,2	224,8	226,6	397,7	393,8	394,2	395,2	50	2,06	0,63	5,73	6,01	5,98
10:08	233,6	225,8	226,2	398,3	394,6	394,6	395,8	50	2,01	0,62	5,8	6,05	6,09
10:09	233,2	224,5	226,1	397,4	393,5	393,5	394,8	49,99	2,22	0,67	5,9	6,18	6,14
10:10	232,9	223,5	226,1	396,5	392,9	392,7	394	49,98	2,42	0,64	5,94	6,24	6,05
10:11	233,2	223,7	225,6	396,3	393,1	392,5	394	49,98	2,52	0,6	6,04	6,28	6,1
10:12	233,4	223,8	227	397,4	393,9	393,7	395	49,97	2,46	0,61	5,93	6,22	5,96
10:13	233,3	223,7	227,8	397,8	394,1	394	395,3	49,98	2,47	0,64	5,85	6,23	5,97
10:14	232,6	222,7	228,2	397,1	393,1	393,4	394,5	49,99	2,6	0,66	5,83	6,2	5,91
10:15	233,4	223,6	229,4	398,8	394,8	394,9	396,2	50	2,62	0,67	5,81	6,22	5,88
10:16	233,7	224,2	228,9	399,2	395,3	395	396,5	50,01	2,52	0,68	5,82	6,19	5,93
10:17	234,2	224,6	227,9	399,2	395,4	394,6	396,4	50,01	2,54	0,73	5,9	6,14	5,91
10:18	234,5	224,5	228,5	399,8	395,6	395,2	396,8	50,01	2,61	0,75	5,89	6,16	5,94
10:19	234,7	224,6	228,5	400,1	395,8	395,2	397	50,01	2,65	0,79	5,79	6,14	5,96
10:20	233,7	224,6	228,3	399,3	395,2	394,7	396,4	50	2,41	0,73	5,83	6,06	5,9

Время	Ua	Ub	Uc	Uab	Ubc	Uca	U1	F	K0	K2	KUa	KUb	KUc
10:21	234	224	227,8	398,9	394,7	394	395,9	50,01	2,66	0,78	5,81	6,07	5,84
10:22	234,1	224,4	227,4	399	394,8	394	395,9	50	2,56	0,79	5,84	6,13	5,91
10:23	234,2	223,8	227,3	398,8	394,3	393,8	395,6	50	2,7	0,81	5,87	6,14	5,92
10:24	234,8	224,6	226	398,9	394,4	393,7	395,6	50,01	2,7	0,82	5,79	5,96	5,88
10:25	234,6	224,9	226,2	399,1	394,5	393,8	395,8	50,01	2,59	0,85	6,03	6,15	6,1
10:26	235,2	225,6	226	399,9	395,2	394,3	396,4	50,01	2,59	0,87	6,02	6,13	6,12
10:27	234,4	225,2	226,3	399,4	394,6	393,9	396	50,02	2,44	0,88	6,03	6,18	6,14
10:28	234,8	226	226,9	400,4	395,6	394,9	397	50,02	2,33	0,87	6,06	6,2	6,16
10:29	235,6	226,5	225,1	399,9	395,7	394,4	396,7	50,01	2,66	0,85	6,05	6,09	6,19
10:30	234,9	226,4	224,5	399	394,9	393,7	395,9	50,01	2,54	0,82	5,98	6,05	6,13
10:31	234,8	227	224,2	398,9	395,3	393,8	396	50,01	2,55	0,77	5,97	6,01	6,17
10:32	234,9	225,5	225,6	399,1	395,1	393,9	396	50,01	2,64	0,79	5,96	6,07	6,09
10:33	234	224,9	225,2	397,7	394,1	392,9	394,9	50,01	2,55	0,74	5,99	6,19	6,16
10:34	235,6	226,8	227,2	400,9	397,4	396,1	398,1	50,02	2,44	0,72	6,01	6,23	6,23
10:35	232,1	224,1	224,5	395,7	392,3	390,9	392,9	50,02	2,26	0,72	6,3	6,42	6,5
10:36	231,7	223	225,5	395,4	391,8	390,8	392,7	50,01	2,35	0,72	6,25	6,45	6,4
10:37	232,2	224,2	226,1	396,5	393,2	392,3	394	50	2,14	0,65	6,19	6,34	6,32
10:38	232,6	223,6	225,5	396,3	392,6	391,8	393,6	50	2,41	0,72	6,14	6,42	6,36
10:39	232,4	223,2	225	395,7	392	391	392,9	49,99	2,47	0,73	6,19	6,43	6,39
10:40	232,6	222,8	224,7	395,5	391,8	390,5	392,6	49,99	2,71	0,76	6,13	6,39	6,32
10:41	232,5	224	223,5	395,4	391,8	390,4	392,5	49,99	2,49	0,77	6,22	6,41	6,46
10:42	232,2	223,5	222,5	394,5	390,7	389,3	391,5	49,99	2,59	0,81	6,18	6,35	6,4
10:43	230,9	222	222,1	392,5	388,7	387,5	389,6	49,98	2,52	0,78	6,18	6,44	6,46
10:44	231,1	222,2	222,7	393,3	389,2	388,3	390,3	49,99	2,46	0,79	6,18	6,46	6,44
10:45	231,4	221,7	221,9	392,8	388,6	387,5	389,6	50	2,71	0,83	6,15	6,43	6,42
10:46	231,4	221,4	221,3	392,3	388,1	386,9	389,1	49,99	2,84	0,84	6,07	6,36	6,46
10:47	231,1	221,1	222,3	392,5	388,2	387,3	389,3	49,99	2,71	0,83	6,16	6,44	6,53
10:48	231,6	221	223,3	393,1	389	388,1	390,1	50	2,86	0,79	6,06	6,42	6,48
10:49	231,7	219,7	223,1	392,4	388,1	387,5	389,4	50,01	3,17	0,8	6,04	6,54	6,4
10:50	232	220,1	223	392,9	388,5	387,7	389,7	50,02	3,18	0,82	6,02	6,48	6,35
10:51	232,2	220,3	223,9	393,5	389,2	388,5	390,4	50,02	3,17	0,81	5,93	6,42	6,26
10:52	231,6	219,6	223,9	392,8	388,4	387,7	389,6	50,01	3,18	0,82	6,1	6,54	6,36
10:53	232,5	219,4	224,3	393,6	388,8	388,4	390,2	50,02	3,42	0,86	6,09	6,66	6,47
10:54	232,4	219,2	225,3	394,2	389	389	390,7	50,02	3,42	0,89	6	6,66	6,36
10:55	232,4	219,7	224,8	393,9	389	389	390,6	50,01	3,26	0,84	5,96	6,42	6,31
10:56	232,7	219,8	224,4	394,1	389	389	390,7	50	3,31	0,86	6,01	6,37	6,43
10:57	232,5	220,3	223,8	393,9	389,1	388,6	390,5	50	3,18	0,88	5,96	6,22	6,28
10:58	232,1	220,1	223,9	393,6	388,7	388,6	390,3	50	3,1	0,86	5,92	6,19	6,17
10:59	231,5	222,1	222,9	393,4	389,2	388,8	390,5	50,01	2,52	0,75	6,04	6,25	6,39
11:00	231,9	222,6	223,4	394,4	389,9	389,7	391,3	50,01	2,44	0,79	5,95	6,23	6,32
11:01	232	222,3	222,5	393,9	389,2	389	390,7	50,01	2,58	0,82	5,91	6,25	6,44
11:02	232,5	222,5	223,2	394,8	390	389,7	391,5	50,02	2,64	0,85	5,81	6,19	6,32
11:03	232,7	222	223,2	394,6	390	389,4	391,3	50,02	2,86	0,84	5,78	6,23	6,31
11:04	231,2	220,6	223,1	392,7	388,2	387,8	389,6	50,01	2,8	0,81	5,79	6,26	6,26
11:05	230,4	220,3	223,2	392,1	387,5	387,5	389	50	2,6	0,78	5,79	6,23	6,28
11:06	229,8	220	223,8	392	387,2	387,2	388,8	50	2,54	0,83	5,78	6,24	6,25
11:07	229,8	221,2	223,9	392,7	388	388,1	389,6	50	2,22	0,8	5,89	6,23	6,31
11:08	229,9	222	223,5	392,9	388,6	388,2	389,9	50	2,1	0,77	6	6,33	6,38

Время	Ua	Ub	Uc	Uab	Ubc	Uca	U1	F	K0	K2	KUa	KUb	KUc
11:09	229,8	222,3	223,8	393,2	389	388,5	390,2	50	2	0,77	6,08	6,39	6,38
11:10	230,4	222,4	223,8	393,6	389,4	388,7	390,6	50	2,14	0,77	6,02	6,33	6,4
11:11	230,1	221,1	223,9	392,9	388,3	387,8	389,7	50	2,42	0,84	6,06	6,33	6,46
11:12	230,2	220,7	224,1	393	388,2	387,9	389,7	50	2,53	0,85	6,07	6,33	6,46
11:13	230,2	221	224,3	393,2	388,5	388,1	389,9	50	2,46	0,84	6,06	6,4	6,48
11:14	230,9	220,1	225,3	393,7	388,8	388,7	390,4	49,99	2,87	0,85	5,91	6,44	6,36
11:15	230,1	220,5	224,5	392,7	388,3	388,1	389,7	49,98	2,54	0,78	6,03	6,51	6,48
11:16	230	221,1	224,5	393	388,5	388,4	390	49,99	2,36	0,78	6,02	6,44	6,45
11:17	229,5	222,2	222,9	392,4	388,2	387,9	389,5	49,99	1,95	0,74	6,14	6,47	6,58
11:18	230,1	222,9	222,5	392,9	388,7	388,2	389,9	49,99	1,98	0,76	6,17	6,4	6,62
11:19	230,1	222,6	222,5	392,8	388,5	388	389,8	49,99	2,06	0,78	6,22	6,41	6,58
11:20	229,6	221,3	222,2	391,6	387,3	386,8	388,5	49,99	2,2	0,79	6,13	6,44	6,55
11:21	232,9	225,5	224,8	397,4	393,4	392,5	394,4	50	2,11	0,77	5,96	6,26	6,39
11:22	232,9	225,2	224,6	397	393,2	392,1	394,1	50	2,22	0,74	6,02	6,22	6,42
11:23	232,5	225,9	225,3	397,3	393,8	392,9	394,7	50	1,86	0,68	6,14	6,29	6,5
11:24	232,4	225,5	225,3	397,1	393,5	392,6	394,4	49,99	1,92	0,7	6,16	6,36	6,57
11:25	232,2	225,3	226,1	397,4	393,6	392,9	394,7	49,99	1,84	0,7	6,06	6,38	6,47
11:26	231,9	224,8	225,9	396,8	393,1	392,3	394,1	50	1,92	0,7	6,07	6,47	6,46
11:27	232,3	225	227,5	398,1	394,2	393,6	395,3	50	1,97	0,71	5,97	6,42	6,36
11:28	231,7	225	227,3	397,5	394	393,2	394,9	50	1,86	0,68	5,95	6,38	6,35
11:29	231,5	225,4	227,4	397,6	394,1	393,4	395	49,99	1,69	0,65	6,09	6,51	6,43
11:30	231,4	224,7	226,4	396,5	393,1	392,4	394	49,99	1,83	0,64	6,11	6,49	6,43
11:31	232,5	224,9	225,5	396,7	393,4	392,5	394,2	49,98	2,08	0,66	6,12	6,54	6,53
11:32	232,9	225	226,9	398	394,4	393,6	395,3	49,99	2,14	0,67	6,14	6,56	6,44
11:33	232,3	224,4	227,2	397,6	393,7	393,1	394,8	49,99	2,14	0,71	6,17	6,65	6,44
11:34	232,7	223,9	227,4	397,7	393,8	393	394,8	49,99	2,38	0,74	6,07	6,6	6,34
11:35	232,7	224,6	227	397,8	394	393,1	395	49,98	2,21	0,73	6,12	6,52	6,38
11:36	232,7	224,5	226,6	397,7	393,9	392,8	394,8	49,97	2,23	0,75	6,12	6,52	6,35
11:37	233	223,6	227,7	397,9	393,9	393,2	395	50	2,54	0,74	5,94	6,53	6,25
11:38	233,6	223,4	228	398,6	394,2	393,3	395,4	50,01	2,77	0,84	5,84	6,41	6,23
11:39	234,1	222,8	227,7	398,6	394	393	395,2	50,01	3,04	0,88	5,75	6,34	6,16
11:40	234,1	222,7	227,6	398,6	393,7	392,7	395	50	3,08	0,93	5,86	6,37	6,2
11:41	233,5	221,9	228,2	398,3	393	392,5	394,6	50	3,17	0,94	5,86	6,4	6,25
11:42	233,4	223,2	228	398,5	393,7	393,3	395,2	50	2,72	0,84	5,9	6,38	6,26
11:43	233,4	223,2	228,2	398,7	393,6	393,5	395,3	49,99	2,71	0,87	5,9	6,44	6,25
11:44	233,2	223	228,1	398,5	393,2	393,3	395	50	2,71	0,9	5,97	6,5	6,37
11:45	232,6	223,7	227,1	397,8	393	392,7	394,5	50	2,37	0,84	5,97	6,41	6,3
11:46	231,8	224,5	226	397,2	392,3	392,3	393,9	50	1,89	0,83	6,02	6,36	6,41
11:47	231,5	222,9	224,8	395,4	390,4	390,3	392	50,01	2,23	0,87	5,95	6,31	6,36
11:48	231,5	222,3	224,2	394,8	390	389,5	391,4	50,02	2,43	0,86	5,98	6,24	6,32
11:49	231,5	221,5	224,6	394,6	389,4	389,3	391,1	50,03	2,59	0,9	5,93	6,24	6,3
11:50	230,2	221,5	224,4	393,4	388,6	388,8	390,3	50,02	2,24	0,81	5,94	6,31	6,35
11:51	229,8	220,5	224,7	393	387,7	388	389,6	50,01	2,43	0,89	5,93	6,28	6,34
11:52	230,3	220,3	224,7	393,3	387,8	388,4	389,8	50	2,57	0,9	5,9	6,23	6,27
11:53	230,7	220,8	224,1	393,4	388,1	388,4	390	50	2,53	0,88	5,93	6,27	6,31
11:54	230,5	220,3	224,6	393,3	387,8	388,4	389,8	50,01	2,6	0,89	5,91	6,31	6,35
11:55	231,2	221,7	224,7	394,5	389,2	389,8	391,1	50,01	2,35	0,86	5,87	6,26	6,34
11:56	231,1	221,2	223,8	393,8	388,3	388,8	390,3	50	2,49	0,9	5,95	6,33	6,4

Время	Ua	Ub	Uc	Uab	Ubc	Uca	U1	F	K0	K2	KUa	KUb	KUc
11:57	231,2	221,1	223,5	393,4	388,2	388,7	390,1	49,99	2,55	0,85	5,83	6,15	6,2
11:58	230,5	219,6	223,9	392,7	386,9	387,6	389,1	49,98	2,75	0,94	5,8	6,18	6,22
11:59	230,7	219,9	224	393,2	387,2	387,8	389,4	49,98	2,76	0,98	5,83	6,22	6,29
12:00	230	219,9	223	392,1	386,3	386,9	388,4	49,97	2,53	0,95	5,89	6,22	6,34
12:01	229,3	220,3	223,5	392	386,6	387,1	388,6	49,97	2,3	0,9	6,01	6,24	6,41
12:02	232,6	223,8	226,7	397,8	392,4	392,8	394,3	49,99	2,22	0,89	5,93	6,1	6,32
12:03	233,2	225,2	226	398,5	393,5	393,4	395,1	49,99	2,06	0,86	5,94	6,07	6,33
12:04	233,2	226,7	226,6	399,5	394,8	394,7	396,3	50	1,66	0,81	5,95	6,09	6,34
12:05	233	226,8	226,5	399,1	394,9	394,7	396,2	50	1,62	0,72	5,96	6,12	6,28
12:06	232,7	226	226,5	398,5	394,2	394,1	395,6	49,99	1,7	0,73	5,99	6,18	6,36
12:07	233	225,7	226,5	398,8	394,1	393,9	395,6	49,99	1,88	0,82	5,96	6,12	6,47
12:08	233,4	224,6	226,6	398,6	393,5	393,4	395,2	49,98	2,23	0,88	5,92	6,17	6,45
12:09	234,1	224,7	226,4	399	393,9	393,7	395,5	49,99	2,4	0,88	5,84	6,07	6,31
12:10	233,5	224,7	226,5	398,7	393,7	393,4	395,2	49,98	2,3	0,89	5,88	6,08	6,24
12:11	232,7	223,6	226,3	397,8	392,4	392	394,1	49,98	2,38	0,94	5,97	6,2	6,39
12:12	233,7	224,3	226,1	398,7	393,3	392,6	394,9	49,99	2,47	0,97	6,05	6,31	6,52
12:13	234,2	224,6	225,7	398,8	393,7	392,9	395,1	50	2,54	0,93	5,9	6,09	6,31
12:14	234,8	224,8	225,5	399,1	394,1	393,2	395,5	50	2,71	0,93	5,86	6,07	6,34
12:15	233,8	224,9	225,6	398,4	393,8	393	395	50,01	2,41	0,85	5,96	6,13	6,37
12:16	233,5	224,6	226,4	398,3	393,8	393,2	395,1	50,01	2,34	0,81	5,87	6,04	6,29
12:17	233,4	223,8	226,5	397,8	393,5	392,8	394,7	50,01	2,52	0,79	5,85	6,11	6,27
12:18	233	224	226,9	397,6	393,5	393,3	394,8	50	2,32	0,72	5,8	6,13	6,2
12:19	232,5	223,6	226,6	397,1	392,8	392,3	394,1	50	2,34	0,78	5,88	6,14	6,26
12:20	232,2	223,6	226,7	397,1	392,6	392,4	394	49,99	2,25	0,79	5,82	6,06	6,22
12:21	232,9	223,1	226,7	397,4	392,5	392,4	394,1	49,99	2,55	0,84	5,72	6,05	6,14
12:22	233,2	223,1	227,1	397,9	392,7	392,8	394,5	50	2,59	0,87	5,69	6,06	6,17
12:23	232,2	223,8	226,4	397	392,3	392,4	393,9	50	2,17	0,79	5,74	6,07	6,17
12:24	232,1	224,1	226,5	397,3	392,6	392,6	394,2	50	2,05	0,8	5,83	6,12	6,21
12:25	232,7	223,5	226,5	397,4	392,4	392,5	394,1	50,01	2,36	0,84	5,75	6,19	6,19
12:26	232,1	222	225,8	395,8	390,7	391	392,5	50,01	2,6	0,84	5,79	6,26	6,18
12:27	232,4	222	224,8	395,3	390,4	390,4	392,1	50,01	2,67	0,84	5,78	6,16	6,17
12:28	232,4	222,1	225,8	395,9	391,1	390,9	392,7	50	2,68	0,84	5,78	6,19	6,18
12:29	232,5	222,9	227	396,9	392,5	392,2	393,9	49,99	2,52	0,78	5,76	6,17	6,15
12:30	231,4	222,7	226,6	395,9	391,5	391,4	392,9	49,98	2,3	0,75	5,85	6,25	6,27
12:31	231,9	222,3	226,3	395,7	391,4	391,3	392,8	49,98	2,5	0,75	5,81	6,22	6,23
12:32	231,9	222,3	225,8	395,5	391,2	390,9	392,5	49,98	2,48	0,76	5,8	6,22	6,17
12:33	232,2	222,2	226,3	395,9	391,5	391,4	392,9	49,99	2,58	0,76	5,77	6,21	6,19
12:34	232,2	221,9	227,6	396,4	391,9	392	393,5	49,99	2,75	0,76	5,75	6,14	6,08
12:35	231,1	222,2	227,1	395,6	391,5	391,2	392,7	49,98	2,47	0,73	5,84	6,25	6,11
12:36	229,7	222,7	226,4	394,6	390,6	390,3	391,8	49,99	1,97	0,7	5,98	6,29	6,3
12:37	229,8	222,4	226,5	394,6	390,3	390,3	391,7	49,99	2,07	0,74	5,94	6,35	6,34
12:38	230,5	222,7	226,2	395	391	390,6	392,2	50	2,12	0,72	5,92	6,34	6,28
12:39	230,8	221,8	226	394,7	390,4	389,9	391,7	49,99	2,44	0,77	5,95	6,34	6,29
12:40	231,1	221,3	226,6	394,9	390,5	390,3	391,9	49,99	2,65	0,76	5,84	6,29	6,18
12:41	231	221,7	226,3	394,9	390,6	390,5	392	49,99	2,48	0,74	5,87	6,32	6,27
12:42	230,8	221,2	226,5	394,4	390,3	390,3	391,7	49,99	2,59	0,7	5,8	6,27	6,16
12:43	230,8	222,4	225,4	394,3	390,7	390,1	391,7	50	2,25	0,66	5,85	6,28	6,2
12:44	230,4	222,2	225,7	394,1	390,4	390,2	391,6	50,02	2,15	0,65	5,79	6,2	6,09

Время	Ua	Ub	Uc	Uab	Ubc	Uca	U1	F	K0	K2	KUa	KUb	KUc
12:45	230	222,7	225,8	394,1	390,5	390,5	391,7	50,03	1,9	0,62	5,9	6,28	6,12
12:46	230,1	223,6	226,2	395	391,2	391,1	392,5	50,01	1,75	0,66	5,89	6,23	6,13
12:47	230	223,3	226,3	395	391	391	392,3	50	1,8	0,69	5,81	6,18	6,09
12:48	230,1	223	226,4	395,3	390,8	390,8	392,3	50,01	1,95	0,77	5,78	6,19	6,08
12:49	230	222,8	225,4	394,6	390	390	391,5	50	1,93	0,79	5,78	6,09	6,09
12:50	230,4	222,2	225	394,3	389,6	389,6	391,1	50	2,16	0,8	5,75	6,13	6,19
12:51	231	222,9	225,3	395,2	390,5	390,5	392,1	50	2,09	0,8	5,71	6	6,15
12:52	232,4	222,8	225,2	396,2	391,4	390,8	392,8	50,01	2,54	0,87	5,66	5,89	6,09
12:53	232,9	222	225	395,9	391,1	390,3	392,4	50,02	2,9	0,9	5,62	5,96	5,95
12:54	232,9	221,2	224,6	395,3	390,4	389,5	391,7	50,01	3,1	0,92	5,64	6,05	5,86
12:55	232,8	221,4	224,7	395,4	390,4	389,7	391,8	50,01	3,02	0,91	5,64	6,07	5,96
12:56	233,2	221,4	223,7	395,2	390,2	389,1	391,5	50	3,18	0,96	5,68	6,05	6,06
12:57	233,4	220,8	224,1	395,3	390	389,2	391,5	49,99	3,3	0,97	5,71	6,06	6,1
12:58	233,1	220,2	223,7	394,6	389,3	388,4	390,8	49,99	3,42	0,99	5,64	5,95	6,06
12:59	233,4	221,8	222,9	395	390,4	388,8	391,4	50	3,23	0,95	5,68	5,97	6,17
13:00	233,1	221,1	223,6	394,6	390,2	388,8	391,2	49,99	3,25	0,89	5,63	6,02	6,13
13:01	232,6	221,1	224	394,4	390	389,2	391,2	49,99	3,05	0,82	5,61	6	6,06
13:02	232,7	221,6	224	394,6	390,3	389,6	391,5	49,98	2,94	0,81	5,6	5,98	6,07
13:03	232,9	221,7	224,5	395,4	390,5	390,1	392	49,98	2,91	0,86	5,61	6	6,07
13:04	232,6	220,7	224,2	394,6	389,4	389,3	391,1	49,99	3,06	0,9	5,63	6	6,05
13:05	232,3	220,7	223,9	394,2	389,3	388,6	390,7	49,99	3,04	0,91	5,57	5,91	5,99
13:06	232	220,7	224	393,9	389,4	388,5	390,6	50	3,03	0,85	5,57	5,91	5,93
13:07	232,2	220,3	224,4	394	389,2	388,7	390,6	50,01	3,12	0,87	5,45	5,88	5,88
13:08	231,6	221	224,1	394	389,2	388,6	390,6	50,01	2,81	0,87	5,43	5,78	5,85
13:09	231,8	222,6	223,4	394,6	390,2	389,1	391,3	50,01	2,54	0,87	5,49	5,76	5,9
13:10	231,8	223,8	223,1	394,9	390,9	389,5	391,8	50	2,34	0,83	5,6	5,83	5,99
13:11	231,5	222,9	223,8	394,5	390,5	389,3	391,4	50	2,37	0,8	5,64	5,89	5,98
13:12	231,8	222,8	223,4	394,4	390,3	389,3	391,3	49,99	2,47	0,8	5,64	5,86	5,99
13:13	232,8	222,9	222,4	394,6	390,5	389,1	391,4	49,99	2,87	0,84	5,57	5,87	6,04
13:14	233	223,5	222,3	394,8	391	389,6	391,8	50	2,8	0,8	5,49	5,85	6,04
13:15	232,8	223,3	222,8	394,9	391	389,8	391,9	50	2,74	0,79	5,53	5,9	6,06
13:16	231,9	221,9	224,6	394,6	390,5	389,8	391,6	49,99	2,64	0,76	5,53	6,05	6,04
13:17	231,6	221,9	224,5	394,2	390,2	389,7	391,4	49,98	2,55	0,73	5,56	6,08	6,05
13:18	230,8	221,6	223,6	392,9	389,2	388,5	390,2	49,98	2,48	0,71	5,62	6,08	6,05
13:19	230,6	222	224,1	393,5	389,8	388,9	390,7	49,99	2,33	0,72	5,69	6,11	6,07
13:20	231	222,7	224,3	394,2	390,6	389,4	391,4	50	2,33	0,74	5,71	6,05	6,08
13:21	232,2	223,3	224,8	395,6	391,9	390,8	392,7	50	2,43	0,75	5,67	6,09	6,12
13:22	232,3	223,1	223,2	394,6	390,8	389,7	391,7	50,01	2,59	0,76	5,54	6,01	6,04
13:23	232,1	223,3	223,1	394,6	390,7	389,8	391,7	50	2,45	0,76	5,49	5,93	6,01
13:24	232,4	223,3	222,8	394,6	390,8	389,6	391,7	49,99	2,61	0,78	5,45	5,9	5,97
13:25	232,3	224,4	222,8	395,1	391,5	390	392,2	49,99	2,41	0,78	5,49	5,9	6,03
13:26	231,8	224	223,5	395,2	391,2	390	392,1	50	2,25	0,81	5,6	5,94	6,08
13:27	230,4	225	224,6	395,3	391,7	390,7	392,6	50	1,54	0,72	5,66	6	6,13
13:28	230,1	224,4	224,5	394,7	391,2	390	392	49,99	1,64	0,72	5,66	6,05	6,18
13:29	230,7	224,4	224,7	395,4	391,6	390,4	392,4	49,99	1,77	0,76	5,49	5,97	6,06
13:30	230,8	224	224,5	395	391,2	390,1	392,1	49,99	1,89	0,76	5,49	5,95	6,07
13:31	231	223,5	225,2	395,3	391,3	390,5	392,3	49,99	2,05	0,77	5,51	5,98	6,03
13:32	231	223,2	224,4	394,8	390,6	389,8	391,7	49,99	2,13	0,79	5,46	5,85	5,98

Время	Ua	Ub	Uc	Uab	Ubc	Uca	U1	F	K0	K2	KUa	KUb	KUc
13:33	230,8	223,8	225,8	395,7	391,6	391	392,8	50	1,89	0,76	5,53	5,89	5,9
13:34	231,8	223,6	225,7	396,2	391,8	391,5	393,2	50	2,15	0,76	5,58	5,93	5,91
13:35	231,6	223,6	225,9	396,2	391,8	391,7	393,2	50	2,08	0,75	5,61	5,99	6,03
13:36	231,8	223,7	225,5	396,1	391,9	391,4	393,1	50	2,12	0,76	5,6	5,95	6,04
13:37	231,7	224,4	225,2	396,2	392,2	391,4	393,3	50	2	0,76	5,57	5,87	6
13:38	231,9	224,7	225,6	396,8	392,8	392,1	393,9	50	1,93	0,75	5,63	5,91	6,09
13:39	233	225	225,1	397,6	393,3	392,3	394,4	50	2,2	0,82	5,66	5,91	6,12
13:40	233,1	225,6	225,1	398	393,7	392,6	394,7	50	2,11	0,84	5,62	5,81	6,08
13:41	232,5	225,9	225,6	397,9	393,9	392,9	394,9	49,99	1,87	0,78	5,73	5,93	6,11
13:42	232,7	225,2	226,1	397,9	393,8	393	394,9	49,99	2,01	0,77	5,76	5,99	6,11
13:43	233,3	225,8	226	398,2	394,4	393,8	395,5	50	2,02	0,7	5,72	6,03	6,14
13:44	233,6	225,7	225,7	398	394,6	393,9	395,5	50	2,18	0,65	5,62	6,04	6,15
13:45	233,4	225,4	225,6	397,7	394,1	393,4	395,1	49,99	2,19	0,67	5,56	6,04	6,03
13:46	233,6	225,6	225,6	398	394,2	393,7	395,3	49,99	2,15	0,69	5,51	5,95	6,02
13:47	233,9	225,7	226,5	399,1	394,7	394,6	396,1	49,99	2,13	0,75	5,56	5,93	5,92
13:48	233,3	225,6	227,6	399,4	394,7	394,8	396,3	49,99	1,94	0,8	5,62	5,94	5,91
13:49	234,2	224,8	227,3	399,6	394,6	394,4	396,2	49,99	2,41	0,85	5,54	5,88	5,86
13:50	234,3	224,8	227,2	399,6	394,5	394,4	396,1	50	2,43	0,87	5,61	5,96	5,92
13:51	234,3	224,9	226,5	399,2	394,4	393,9	395,8	50	2,44	0,87	5,63	5,91	5,93
13:52	234,1	226	226,9	399,6	395,5	394,7	396,6	50,02	2,16	0,77	5,63	5,91	5,96
13:53	233,5	226,3	227,4	399,4	395,9	394,9	396,8	50,02	1,99	0,69	5,64	5,96	5,97
13:54	233,3	226,1	228,2	399,4	396,1	395,1	396,9	50,02	1,99	0,65	5,56	5,97	5,88
13:55	232,7	224,8	227,8	398,4	394,6	393,8	395,6	50,01	2,15	0,71	5,51	5,97	5,8
13:56	233,8	225,2	226,5	398,7	394,7	393,8	395,7	50	2,31	0,76	5,5	5,91	5,84
13:57	234,2	224,8	227	399,1	394,7	394,2	396	50,02	2,46	0,78	5,6	5,94	5,87
13:58	233,9	224,8	228	399,4	395,1	394,7	396,4	50,02	2,37	0,76	5,58	5,84	5,7
13:59	234,4	225	228,9	400,4	396,1	395,5	397,3	50,01	2,48	0,78	5,51	5,81	5,65
14:00	234,6	226	228,3	400,5	396,5	395,9	397,6	50,01	2,25	0,74	5,48	5,77	5,58
14:01	234,9	226	227,9	400,5	396,4	395,9	397,6	50	2,33	0,74	5,45	5,83	5,7
14:02	235,3	225,3	228	400,4	396,2	395,8	397,4	50	2,57	0,74	5,41	5,88	5,69
14:03	235,5	225,5	228	400,6	396,6	396,1	397,7	50	2,57	0,72	5,34	5,83	5,6
14:04	235,5	225,6	228,3	400,8	396,7	396,4	397,9	49,99	2,54	0,72	5,33	5,74	5,56
14:05	235,9	225,4	228,3	401,2	396,8	396,2	398,1	50	2,71	0,79	5,39	5,65	5,52
14:06	236,2	224,5	229,9	401,7	397,3	396,9	398,6	50	3,03	0,77	5,34	5,75	5,45
14:07	236,4	224,3	230,6	402,1	397,6	397,4	399	50	3,15	0,77	5,33	5,8	5,4
14:08	236,1	224,5	230,5	401,9	397,5	397,3	398,9	49,99	3,03	0,75	5,37	5,86	5,46
14:09	235,5	224,6	230,7	401,7	397,2	397,3	398,7	49,97	2,88	0,75	5,42	5,91	5,58
14:10	233	222,7	227	397,1	392,7	392,4	394	49,97	2,69	0,77	5,5	5,91	5,66
14:11	232,7	222,9	226,3	396,8	392,5	391,8	393,7	49,97	2,6	0,79	5,55	5,85	5,65
14:12	232,8	222,2	226,8	396,4	392,5	391,8	393,6	49,96	2,83	0,74	5,54	5,89	5,59
14:13	233	222,9	226,4	396,8	392,8	392,1	393,9	49,97	2,68	0,75	5,47	5,86	5,65
14:14	232,7	223,9	226,9	397,4	393,4	392,9	394,5	49,99	2,32	0,72	5,47	5,78	5,57
14:15	231,8	224,8	226,7	397,3	393,2	392,9	394,4	49,99	1,85	0,72	5,59	5,75	5,61
14:16	232,2	225	226,7	397,7	393,7	393,1	394,8	49,99	1,93	0,73	5,46	5,65	5,54
14:17	232,6	224,4	227,1	397,8	393,7	393,2	394,9	50	2,17	0,74	5,44	5,71	5,56
14:18	232,4	224,2	227	397,5	393,3	393	394,6	50	2,15	0,75	5,5	5,73	5,56
14:19	232	224,2	227,2	397,3	393,3	393	394,5	50	2,05	0,69	5,4	5,69	5,54
14:20	232,2	224,6	227	397,4	393,7	393,2	394,8	50,01	1,99	0,67	5,44	5,62	5,54

Время	Ua	Ub	Uc	Uab	Ubc	Uca	U1	F	K0	K2	KUa	KUb	KUc
14:21	232,2	224,4	227,3	397,5	393,6	393,4	394,8	50,01	2,02	0,67	5,49	5,71	5,5
14:22	232,6	224,4	228,1	398,2	394,2	394,1	395,5	50,01	2,16	0,69	5,4	5,76	5,47
14:23	232,7	224,4	227,7	398,1	394	393,9	395,3	50,01	2,17	0,7	5,35	5,73	5,44
14:24	232,3	224,3	227,4	397,2	393,7	393,6	394,9	50,01	2,06	0,61	5,43	5,77	5,51
14:25	231,8	223,5	227,4	396,4	392,8	393,1	394,1	50	2,14	0,59	5,37	5,78	5,48
14:26	231,9	224,3	228,2	397,4	393,7	394,1	395,1	50	1,99	0,59	5,34	5,73	5,54
14:27	232,3	223,8	228,4	397,7	393,8	394,1	395,2	49,98	2,22	0,64	5,29	5,72	5,49
14:28	231,8	224,1	228,9	397,7	394	394,1	395,3	49,97	2,13	0,62	5,34	5,69	5,44
14:29	231,5	225,4	228,6	398	394,7	394,5	395,7	49,99	1,72	0,57	5,35	5,7	5,53
14:30	231,2	225,2	229,4	398	394,8	394,8	395,9	49,99	1,74	0,53	5,31	5,65	5,45
14:31	231,6	225,1	229,7	398,4	395,1	395,2	396,2	50	1,86	0,54	5,37	5,74	5,52
14:32	231,7	224,9	230	398,5	395,3	395,4	396,4	50,01	2	0,54	5,3	5,73	5,45
14:33	232,4	225,5	229,9	399,3	396	395,9	397,1	50,01	1,94	0,57	5,3	5,75	5,43
14:34	232,9	226,3	229,8	400	396,7	396,5	397,7	50,01	1,81	0,57	5,31	5,77	5,45
14:35	233,1	226,1	230,4	400,3	397,1	396,9	398,1	50,01	1,95	0,55	5,31	5,78	5,41
14:36	233,6	226,3	229,7	400,4	396,9	397	398,1	50,01	1,91	0,58	5,32	5,66	5,39
14:37	233,2	226,1	229,8	400,4	396,5	396,6	397,8	50,01	1,9	0,65	5,38	5,67	5,52
14:38	232,7	226,9	230	400,5	396,8	397	398,1	50,01	1,59	0,62	5,31	5,64	5,48
14:39	233	226,8	229,7	400,5	396,8	397	398,1	50,01	1,62	0,6	5,32	5,6	5,46
14:40	233,4	226,9	229,5	400,6	397,1	397	398,2	50,01	1,7	0,6	5,33	5,61	5,48
14:41	233,7	227,1	228,4	400,4	396,8	396,4	397,9	50,02	1,72	0,65	5,34	5,59	5,5
14:42	234	227,3	228,5	400,9	397,2	396,7	398,2	50,01	1,74	0,67	5,28	5,57	5,48
14:43	235,2	227,6	228,7	402	398	397,7	399,2	50	1,96	0,7	5,24	5,53	5,44
14:44	235,7	227,3	229,2	402,6	398,3	398	399,6	50	2,14	0,75	5,22	5,51	5,39
14:45	236,1	226,8	228,9	402,4	397,9	397,6	399,3	50	2,37	0,78	5,21	5,46	5,33
14:46	235,9	226,4	229,1	402,3	397,6	397,4	399,1	49,99	2,41	0,81	5,16	5,42	5,26
14:47	235,9	226,7	228,8	402,4	397,7	397,4	399,2	49,98	2,34	0,8	5,2	5,39	5,27
14:48	235,4	227,2	228,8	402,2	397,8	397,4	399,1	49,98	2,13	0,78	5,26	5,37	5,27
14:49	235,3	227,3	229,2	402,3	398	397,8	399,3	49,99	2,03	0,75	5,34	5,36	5,21
14:50	235,3	228,4	228,2	402,2	398,2	397,8	399,4	49,99	1,83	0,7	5,38	5,31	5,24
14:51	234,4	228,5	227,6	401,4	397,5	397,1	398,6	49,98	1,6	0,69	5,35	5,23	5,28
14:52	234,9	228,8	227,9	402	398,2	397,6	399,3	49,99	1,68	0,69	5,26	5,18	5,21
14:53	234,5	229,3	227,5	401,8	398,1	397,4	399,1	50	1,55	0,68	5,26	5,11	5,17
14:54	234,9	229	227,9	402,1	398,3	397,7	399,4	50,01	1,66	0,68	5,21	5,16	5,15
14:55	234,9	228,4	228	401,9	397,8	397,5	399,1	50	1,72	0,71	5,22	5,21	5,11
14:56	235,2	228,9	227,9	402,3	398,4	397,9	399,5	50	1,73	0,69	5,19	5,1	5,06
14:57	235,2	228,6	228,5	402,4	398,7	398,1	399,7	50,01	1,76	0,68	5,12	5,06	5,01
14:58	233,1	226,1	226,3	398,4	394,7	394,3	395,8	50,01	1,86	0,66	5,19	5,13	5,02
14:59	232,3	225,3	224,9	396,6	393	392,4	394	50,01	1,95	0,67	5,21	5,15	5,05
15:00	232,3	226	225	396,9	393,6	392,9	394,5	50,01	1,82	0,63	5,14	5,11	5,1
15:01	232,3	225,9	225,3	396,9	393,8	393,1	394,6	50,02	1,82	0,6	5,13	5,15	5,1
15:02	232,5	226,3	226	397,7	394,5	393,8	395,4	50,02	1,71	0,61	5,01	5,1	5
15:03	232,8	226,1	226,3	398	394,5	394,2	395,6	50,02	1,76	0,62	4,98	5,12	5,01
15:04	232,6	226,3	226	397,7	394,3	394,1	395,3	50,01	1,68	0,59	4,99	5,1	5,06
15:05	232,3	226,9	226,7	398,4	395	394,6	396	50,01	1,45	0,6	5,01	5,1	5,02
15:06	232,4	226,7	227,3	398,6	395,3	394,9	396,3	50,01	1,51	0,6	4,94	4,99	4,93
15:07	232,9	226,3	227,4	398,9	395,3	394,9	396,4	50	1,74	0,64	4,9	4,95	4,85
15:08	232,8	226,1	228	399,3	395,5	395	396,6	49,99	1,79	0,68	4,91	5,04	4,83

Время	Ua	Ub	Uc	Uab	Ubc	Uca	U1	F	K0	K2	KUa	KUb	KUc
15:09	232,6	225,8	228,5	399,1	395,6	395	396,6	49,99	1,85	0,65	4,98	5,06	4,86
15:10	232,5	226,3	228,4	399,3	395,8	395,1	396,7	49,98	1,68	0,66	4,97	5,07	4,88
15:11	233	226,7	228,1	399,6	396,1	395,4	397	49,99	1,71	0,65	5,03	5,1	4,98
15:12	233,3	226,6	227,6	399,5	395,9	395,2	396,9	49,98	1,78	0,67	4,97	5,04	4,94
15:13	233,1	226,7	227,5	399,3	395,7	395,2	396,7	49,99	1,7	0,66	4,93	4,99	4,95
15:14	232,7	227,2	228,4	399,8	396,4	395,8	397,3	49,99	1,5	0,64	5	4,96	4,89
15:15	232,5	226,9	228	399,2	396	395,3	396,8	49,99	1,52	0,62	5,01	4,94	4,8
15:16	232,6	227,1	227,1	399	395,7	394,8	396,5	49,99	1,52	0,64	4,95	4,87	4,78
15:17	233	226,4	227,7	399,4	395,6	395	396,7	49,98	1,75	0,69	4,87	4,86	4,7
15:18	233,3	226,5	228,3	400	396,1	395,5	397,2	49,99	1,8	0,71	4,82	4,88	4,67
15:19	233,3	226,6	227,8	399,6	396,2	395,3	397	50	1,82	0,66	4,79	4,89	4,67
15:20	233,4	226,6	228,1	399,8	396,4	395,5	397,2	49,99	1,83	0,66	4,74	4,82	4,61
15:21	233,5	226,7	227,6	399,9	396,1	395,1	397	49,99	1,85	0,73	4,8	4,8	4,64
15:22	233,4	226,5	228,2	400	396,2	395,6	397,3	50	1,83	0,7	4,81	4,72	4,62
15:23	234,1	225,8	228,9	400,5	396,4	396	397,6	50,01	2,15	0,72	4,73	4,77	4,55
15:24	233,6	226,5	227,9	399,9	396,1	395,6	397,2	50	1,85	0,68	4,74	4,74	4,56
15:25	232,8	227,1	227,4	399,1	396	395,3	396,8	49,99	1,55	0,6	4,79	4,83	4,59
15:26	233,5	227,7	227,6	400,1	396,9	396	397,6	50	1,63	0,64	4,77	4,83	4,6
15:27	233,3	227,9	228,2	400,5	397	396,2	397,9	49,99	1,48	0,66	4,78	4,76	4,61
15:28	233,3	227,7	228,5	400,5	397,2	396,4	398	49,99	1,53	0,64	4,73	4,77	4,56
15:29	233,6	226,6	228,9	400,3	396,9	396,3	397,8	49,99	1,86	0,64	4,65	4,74	4,48
15:30	233,6	226,1	228,7	400	396,4	395,8	397,4	49,99	2,01	0,65	4,56	4,66	4,4
15:31	233,1	226,1	229,3	400	396,5	396	397,5	49,98	1,9	0,64	4,57	4,71	4,35
15:32	233,6	226,6	229,1	400,5	397,2	396,3	398	49,98	1,91	0,65	4,62	4,75	4,36
15:33	233,3	226,4	229,4	400,4	396,9	396,2	397,8	49,99	1,88	0,65	4,56	4,72	4,29
15:34	233,5	226,9	229,3	400,5	397,1	396,9	398,2	49,98	1,73	0,6	4,52	4,71	4,34
15:35	233,7	227,4	228,3	400,3	396,9	396,8	398	49,98	1,6	0,59	4,47	4,62	4,34
15:36	234,1	227,1	228,1	400,5	396,7	396,6	397,9	49,99	1,79	0,64	4,43	4,58	4,3
15:37	233,9	227,5	228,4	400,7	397,1	396,9	398,2	49,98	1,64	0,62	4,47	4,63	4,28
15:38	234,3	226,8	228,5	400,5	396,9	396,8	398,1	49,99	1,9	0,61	4,48	4,64	4,22
15:39	234,8	227,5	228,2	401	397,4	397,2	398,6	50	1,87	0,62	4,5	4,68	4,23
15:40	234,4	227,7	228,2	401,1	397,3	397,1	398,5	49,99	1,73	0,65	4,53	4,63	4,25
15:41	234,4	227,7	228,6	401,5	397,6	397,3	398,8	50,01	1,71	0,68	4,44	4,52	4,2
15:42	234,7	227,9	228,7	401,8	398	397,5	399,1	50,01	1,8	0,69	4,39	4,54	4,2
15:43	234,3	228,4	228,6	401,8	397,9	397,5	399,1	50,02	1,55	0,68	4,34	4,48	4,16
15:44	234,7	228,7	227,9	401,8	398	397,5	399,1	50	1,63	0,68	4,32	4,48	4,14
15:45	234,8	228	228,8	402,2	398,1	397,6	399,3	49,99	1,78	0,74	4,3	4,51	4,14
15:46	234,9	228,6	229	402,5	398,5	398,1	399,7	49,98	1,65	0,7	4,25	4,52	4,1
15:47	232,4	226,7	226,6	398,9	394,7	394,1	395,9	49,97	1,54	0,76	4,35	4,55	4,19
15:48	231,2	224,9	225,1	396,3	392	391,5	393,3	49,98	1,7	0,79	4,4	4,51	4,22
15:49	231,1	225,2	224,9	396,3	392,2	391,4	393,3	49,98	1,61	0,78	4,41	4,47	4,24
15:50	231,4	225,7	224,8	396,8	392,5	391,6	393,6	49,98	1,61	0,82	4,38	4,42	4,22
15:51	232,1	225,9	224,3	397,1	392,6	391,9	393,9	49,98	1,78	0,83	4,39	4,39	4,25
15:52	232,1	225,9	224,3	397	392,6	392,1	393,9	49,99	1,77	0,8	4,4	4,39	4,23
15:53	232,1	225,8	224,4	396,8	392,8	392	393,9	49,99	1,82	0,76	4,33	4,37	4,08
15:54	231,6	225,9	224,1	396,2	392,6	391,8	393,6	50	1,72	0,7	4,31	4,3	4,02
15:55	232,2	225,1	224,5	396,3	392,6	392	393,6	50,01	1,96	0,69	4,26	4,25	4
15:56	232,3	225,1	224,6	396,4	392,7	392,1	393,7	50,01	1,99	0,69	4,2	4,18	4,04

Время	Ua	Ub	Uc	Uab	Ubc	Uca	U ₁	F	K0	K2	K _{Ua}	K _{Ub}	K _{Uc}
15:57	232,1	225,6	224,8	396,3	393	392,5	393,9	50,01	1,83	0,62	4,15	4,16	4,01
15:58	232,6	225,3	224,7	396,5	393,2	392,6	394,1	50,02	2,06	0,62	4,11	4,11	3,99
15:59	232,4	225	225,3	396,5	393,1	392,8	394,2	50	1,98	0,61	4,09	4,08	3,9
16:00	231,8	224,9	226	396,5	392,9	392,9	394,1	49,99	1,78	0,61	4,06	4,11	3,9
16:01	231,6	225,1	226,2	396,6	393,1	393	394,2	49,98	1,66	0,59	4,06	4,1	3,92
16:02	231,6	224,9	226,1	396,4	393,1	392,9	394,1	49,99	1,73	0,59	4,02	4,07	3,88
16:03	232,4	225,6	225,7	397,1	393,6	393,5	394,7	49,99	1,79	0,61	3,97	3,96	3,86
16:04	232,5	225,8	225,6	397,4	393,6	393,4	394,8	49,99	1,8	0,65	3,92	4	3,83
16:05	232,2	225,8	225,9	397,2	393,7	393,5	394,8	49,99	1,68	0,62	3,99	4,07	3,79
16:06	232,2	226,1	225,6	397,4	393,7	393,3	394,8	50	1,66	0,67	4	4,01	3,82
16:07	232,4	225,7	225,9	397,6	393,7	393,3	394,9	50	1,76	0,69	3,99	3,99	3,84
16:08	232	225,4	227,1	397,6	394,2	393,7	395,2	49,99	1,73	0,63	3,99	4,07	3,81
16:09	231,9	225,8	226,5	397,5	394,1	393,5	395	49,99	1,61	0,62	3,98	4,05	3,85
16:10	231,6	225,6	226,6	397,2	393,8	393,5	394,8	49,99	1,56	0,6	3,91	4,02	3,8
16:11	232,1	226	227,2	398,1	394,5	394,2	395,6	49,99	1,58	0,64	3,89	4,02	3,79
16:12	231	224,5	225,4	395,7	391,9	391,6	393,1	50	1,72	0,68	3,9	4,02	3,91
16:13	229,7	222,8	224,5	393,4	389,7	389,4	390,8	50	1,8	0,66	3,89	4,07	3,93
16:14	229,3	222,7	224,2	392,8	389,2	389,1	390,3	50,01	1,72	0,63	3,86	4,03	3,93
16:15	232,9	226,1	227,9	399	395,3	395,2	396,5	50,01	1,73	0,63	3,79	3,99	3,81
16:16	233,1	226,1	228,6	399,6	395,8	395,8	397,1	50	1,79	0,63	3,77	3,94	3,76
16:17	233,7	225,8	228,7	399,9	396,1	396	397,3	49,99	2,02	0,65	3,76	3,91	3,75
16:18	233,8	225,6	228,7	399,9	395,9	395,9	397,2	49,99	2,07	0,67	3,72	3,94	3,74
16:19	234,1	225,7	228,5	400	396	396,1	397,4	49,99	2,11	0,67	3,68	3,94	3,76
16:20	233,8	225,9	228,5	400	395,9	395,9	397,3	49,99	2	0,68	3,67	3,99	3,73
16:21	234,2	226,1	227,8	399,9	396,1	395,7	397,2	50	2,12	0,69	3,71	3,95	3,73
16:22	234	226,8	227,4	400	396,3	395,8	397,3	50,01	1,88	0,68	3,67	3,85	3,72
16:23	233,5	227,4	228,2	400,3	396,7	396,3	397,8	50	1,6	0,64	3,68	3,84	3,68
16:24	233,5	227,5	227,9	400,3	396,8	396,1	397,7	50,01	1,62	0,66	3,69	3,82	3,68
16:25	234	227,7	227,7	400,8	396,8	396,3	398	50,01	1,67	0,72	3,71	3,78	3,7
16:26	233,4	227,6	227,7	400,2	396,6	396	397,6	50,01	1,57	0,67	3,66	3,73	3,73
16:27	233,6	227,7	227,5	400,4	396,6	395,9	397,6	50,01	1,61	0,71	3,6	3,68	3,68
16:28	233,4	228,1	227,3	400,4	396,8	395,8	397,7	50,01	1,51	0,71	3,62	3,74	3,66
16:29	233,2	228,3	227,3	400,5	396,7	395,7	397,6	50,01	1,39	0,74	3,56	3,76	3,63
16:30	232,9	228,4	227,6	400,5	396,8	395,9	397,7	50,01	1,26	0,71	3,58	3,75	3,62
16:31	233,1	228,3	227,9	400,6	397,1	396,2	397,9	50,01	1,35	0,68	3,57	3,79	3,62
16:32	233,3	227,7	227,5	400,2	396,8	395,6	397,5	50,01	1,59	0,7	3,55	3,77	3,6
16:33	233,9	228	227	400,5	396,9	395,8	397,7	49,99	1,72	0,72	3,51	3,76	3,62
16:34	233,9	228,1	227	400,7	396,7	395,8	397,7	49,98	1,65	0,76	3,48	3,77	3,63
16:35	234,2	227,6	227,5	400,8	396,8	396,1	397,9	49,98	1,79	0,75	3,51	3,77	3,62
16:36	234,6	227,4	226,8	400,8	396,5	395,6	397,6	49,97	1,98	0,81	3,52	3,72	3,64
16:37	234,6	227,4	226,9	400,9	396,4	395,7	397,7	49,98	1,95	0,82	3,48	3,7	3,64
16:38	233,9	227,1	227,7	400,6	396,4	395,7	397,6	49,98	1,8	0,77	3,46	3,7	3,66
16:39	233,8	227,5	227,5	400,5	396,7	395,8	397,7	49,99	1,72	0,74	3,47	3,72	3,63
16:40	233,9	227,9	227,6	400,7	397,1	396,2	398	50	1,67	0,69	3,42	3,73	3,56
16:41	234,1	228,1	227,6	401,1	397,1	396,5	398,2	50,01	1,63	0,74	3,39	3,68	3,53
16:42	233,9	228,3	227,6	401,1	397,3	396,5	398,3	50	1,56	0,72	3,38	3,65	3,48
16:43	234	228,4	228,3	401,5	397,9	397	398,8	50	1,55	0,69	3,38	3,69	3,43
16:44	233,7	227,9	229	401,3	397,8	397	398,7	50	1,56	0,66	3,46	3,7	3,39

Время	Ua	Ub	Uc	Uab	Ubc	Uca	U ₁	F	K0	K2	K _{Ua}	K _{Ub}	K _{Uc}
16:45	233,9	227,3	229,3	401,1	397,6	397,2	398,6	50	1,75	0,62	3,48	3,74	3,38
16:46	234,1	226,8	229,4	401,1	397,4	397,1	398,5	50,01	1,9	0,65	3,41	3,73	3,42
16:47	233,7	227,6	229,2	401,3	397,5	397,1	398,6	50,01	1,62	0,67	3,43	3,68	3,42
16:48	233,6	227,8	229,2	401,3	397,8	397	398,7	50	1,57	0,66	3,45	3,69	3,41
16:49	233,6	228,2	229	401,5	397,7	397,3	398,8	50	1,45	0,67	3,44	3,69	3,32
16:50	233,7	228,2	228,8	401,4	397,7	397	398,7	50	1,47	0,68	3,47	3,65	3,29
16:51	234,1	227,7	227,4	400,7	396,7	396,2	397,9	49,99	1,7	0,75	3,46	3,59	3,28
16:52	234,7	228,4	226,7	401,1	397,2	396,4	398,2	49,99	1,83	0,74	3,41	3,55	3,26
16:53	234,5	228,1	227,1	401,1	397	396,4	398,1	50	1,78	0,74	3,39	3,52	3,3
16:54	234,3	227,8	227,5	401,1	396,9	396,3	398,1	50,01	1,76	0,77	3,34	3,52	3,29
16:55	234,5	227,2	227,7	401,1	396,6	396,3	398	50	1,87	0,79	3,31	3,49	3,29
16:56	234,5	227,2	228	401,3	396,6	396,5	398,1	49,99	1,84	0,8	3,21	3,45	3,32
16:57	234,2	227,9	228	401,5	397,1	396,5	398,4	49,99	1,68	0,8	3,23	3,47	3,29
16:58	234	228	228,1	401,6	397,1	396,5	398,4	49,99	1,57	0,81	3,2	3,45	3,29
16:59	234,2	228	228,2	401,8	397,2	396,8	398,6	49,99	1,6	0,81	3,19	3,45	3,31
17:00	234,1	228,3	228,7	402	397,6	397,2	398,9	50	1,52	0,77	3,2	3,46	3,29
17:01	233,4	228,6	228,8	401,6	397,7	397,1	398,8	50	1,3	0,71	3,2	3,45	3,27
17:02	233,6	228,6	228,7	401,6	397,9	397,2	398,9	50	1,33	0,69	3,24	3,43	3,24
17:03	234,4	228,6	228,1	402	397,8	397,2	399	49,99	1,53	0,77	3,25	3,43	3,29
17:04	234,7	228,7	227,5	402,1	397,5	396,9	398,9	49,99	1,64	0,83	3,25	3,42	3,34
17:05	235	228,4	227,8	402,3	397,6	397,2	399	49,99	1,74	0,81	3,21	3,42	3,3
17:06	235,3	228,6	227,3	402,1	397,7	397,1	399	49,99	1,86	0,79	3,17	3,4	3,2
17:07	235,1	228,9	227,5	402	398,2	397,5	399,2	49,99	1,75	0,71	3,15	3,4	3,16
17:08	235,2	228,2	227,9	401,8	397,9	397,6	399,1	49,98	1,87	0,69	3,19	3,47	3,15
17:09	235,7	227,5	228,1	402	397,8	397,3	399	49,98	2,15	0,74	3,2	3,48	3,18
17:10	235,5	226,9	228,7	401,6	397,7	397,4	398,9	50	2,2	0,69	3,2	3,45	3,14
17:11	234,9	227	229,2	401,5	397,7	397,7	398,9	49,99	1,98	0,64	3,19	3,41	3,14
17:12	234,9	226,8	229,5	401,7	397,8	397,5	399	49,99	2,08	0,67	3,17	3,46	3,18
17:13	234,7	227,3	229,1	401,7	397,8	397,3	398,9	49,99	1,93	0,7	3,14	3,5	3,22
17:14	234,9	227,6	228,5	401,8	397,7	397,2	398,9	49,99	1,89	0,73	3,12	3,44	3,19
17:15	234,8	228,2	227,7	401,7	397,6	396,9	398,7	50	1,79	0,75	3,13	3,37	3,2
17:16	234,9	228	227,6	401,4	397,6	396,8	398,6	50,01	1,89	0,72	3,13	3,4	3,19
17:17	235,1	227,8	227,8	401,5	397,6	397,1	398,7	50	1,94	0,7	3,1	3,43	3,18
17:18	235,3	228	228	401,8	397,9	397,6	399,1	50	1,92	0,68	3,04	3,41	3,08
17:19	235,3	228,1	228,4	402	398,3	398	399,4	50,01	1,88	0,66	3,06	3,43	3,1
17:20	235,3	227,8	228,4	402	398	397,7	399,2	50	1,94	0,7	3,11	3,36	3,15
17:21	235,6	227,6	227,7	401,7	397,6	397,3	398,9	49,99	2,1	0,71	3,02	3,34	3,1
17:22	235,9	227,8	227,7	402,1	397,8	397,4	399,1	49,99	2,13	0,77	2,99	3,3	3,09
17:23	235,8	228,4	227,3	402,4	398	397,2	399,2	49,99	2,06	0,8	3,03	3,28	3,09
17:24	236	228,9	227	402,6	398,2	397,4	399,4	50	2,04	0,82	3,05	3,32	3,14
17:25	236,4	228,7	227	402,8	398,2	397,7	399,5	50	2,14	0,82	3	3,29	3,15
17:26	236,5	229	226,9	402,8	398,3	398,1	399,7	50	2,12	0,78	3,04	3,31	3,11
17:27	236,1	229,1	226,9	402,7	398,2	397,8	399,5	50	2	0,79	3,02	3,3	3,12
17:28	235,4	229,5	226,9	402,4	398,2	397,6	399,4	49,99	1,77	0,76	3,03	3,28	3,14
17:29	235,2	229,1	227,6	402,6	398,2	397,8	399,5	49,99	1,69	0,77	3,02	3,32	3,18
17:30	234,9	228,9	228,2	402,4	398,2	398	399,5	49,99	1,58	0,72	3,01	3,33	3,2
17:31	234,7	229,5	228	402,5	398,3	398	399,6	50	1,45	0,73	3,01	3,3	3,17
17:32	234,8	229,5	227,9	402,5	398,5	397,9	399,6	50	1,5	0,73	2,98	3,31	3,12

Время	Ua	Ub	Uc	Uab	Ubc	Uca	U1	F	K0	K2	KUa	KUb	KUc
17:33	235	229,2	227,9	402,4	398,4	397,9	399,6	49,99	1,6	0,72	2,98	3,31	3,09
17:34	234,9	229,5	228	402,5	398,7	398,1	399,7	49,99	1,54	0,69	3,04	3,32	3,05
17:35	234,6	229,5	228	402,2	398,6	398	399,6	50	1,47	0,66	3	3,3	3,02
17:36	234,9	229,7	227,6	402,4	398,6	397,9	399,6	50,01	1,57	0,69	3	3,34	3
17:37	235,1	230	227,5	402,6	399	398	399,8	50	1,62	0,7	3,03	3,31	3,01
17:38	235	230,1	227,5	402,6	398,9	398,1	399,9	49,99	1,55	0,7	3,02	3,31	3,06
17:39	234,2	229,1	227,3	401,6	397,6	396,9	398,7	49,99	1,48	0,73	3,02	3,28	3,11
17:40	231,3	226,2	224,7	396,8	392,7	392,1	393,8	49,99	1,45	0,75	3,08	3,33	3,17
17:41	231,1	226,2	225	396,7	392,9	392	393,8	49,99	1,43	0,73	3,06	3,31	3,13
17:42	231,2	225,8	225,1	396,4	392,7	392,2	393,8	49,99	1,48	0,68	3,05	3,29	3,06
17:43	231,6	225,8	224,8	396,5	392,7	392,2	393,8	49,99	1,61	0,69	3,03	3,26	3,07
17:44	231,3	225,5	225,5	396,5	392,7	392,3	393,9	49,99	1,55	0,68	2,98	3,33	3,1
17:45	231,4	225	225,8	396,5	392,7	392,4	393,8	50	1,67	0,67	2,94	3,37	3,07
17:46	231,5	224,8	226	396,4	392,7	392,7	393,9	50	1,72	0,64	2,99	3,37	3,05
17:47	231,8	224,7	225,5	396,1	392,7	392,5	393,8	50	1,84	0,6	2,96	3,35	3,02
17:48	232,1	224,8	225,4	396,3	392,7	392,5	393,8	50	1,91	0,61	2,93	3,28	3,03
17:49	232,1	224,9	225,1	396,2	392,8	392,4	393,8	50	1,93	0,61	2,95	3,26	2,99
17:50	232,1	224,9	224,7	396	392,5	392	393,5	50	1,98	0,64	2,95	3,25	2,98
17:51	231,9	225	224,6	395,8	392,5	391,9	393,4	50	1,9	0,61	2,97	3,28	2,95
17:52	231,8	225,1	224,9	395,9	392,8	392,1	393,6	50	1,87	0,59	3	3,36	3,01
17:53	232	225,1	224,8	396,1	392,7	392,1	393,6	50	1,89	0,63	2,99	3,32	3,05
17:54	232,2	225,2	225,3	396,6	393,1	392,8	394,2	50	1,88	0,61	2,98	3,29	2,99
17:55	232,6	225,1	225,5	396,9	393,4	393	394,4	50	2,02	0,64	2,98	3,26	2,96
17:56	232,8	225,2	225,9	397,3	393,7	393,3	394,8	50,01	2	0,64	2,95	3,29	3
17:57	233,1	225,2	225,7	397,5	393,7	393,3	394,8	50,01	2,07	0,68	2,95	3,29	2,99
17:58	233,4	224,9	225,6	397,4	393,6	393,3	394,8	50,01	2,22	0,68	2,97	3,32	2,95
17:59	233,3	225	225,8	397,7	393,8	393,4	395	50	2,17	0,69	2,96	3,34	2,97
18:00	233,4	225,1	225,3	397,4	393,6	393,2	394,7	50,01	2,24	0,69	2,95	3,31	3
18:01	233	225,5	225,3	397,3	393,7	393,3	394,8	50,01	2,04	0,65	2,92	3,31	3
18:02	232,7	225,4	225,1	397	393,4	392,9	394,4	50	2	0,67	2,93	3,33	3,02
18:03	232,8	225,2	224,9	396,8	393,1	392,7	394,2	49,99	2,06	0,67	2,91	3,34	3,02
18:04	232,8	225	225,3	397,1	393,1	393	394,4	50	2,04	0,68	2,91	3,32	3
18:05	232,8	224,4	225,4	396,7	392,7	392,7	394	50,01	2,17	0,68	2,84	3,28	2,93
18:06	232,4	224,3	225,5	396,5	392,7	392,4	393,8	50,01	2,11	0,67	2,88	3,24	2,9
18:07	232,1	223,9	226	396,3	392,5	392,2	393,6	50,01	2,11	0,67	2,95	3,21	2,95
18:08	232,2	223,8	226,5	396,5	392,8	392,7	394	50,02	2,16	0,63	2,97	3,21	2,94
18:09	232,4	224,1	226,4	396,6	393,1	392,9	394,2	50,02	2,12	0,61	3	3,22	2,94
18:10	232,2	224,3	226,4	396,5	393,2	392,9	394,2	50,02	2,04	0,59	2,96	3,23	2,89
18:11	232,2	224,6	226,3	396,6	393,6	392,9	394,4	50,02	2	0,57	2,94	3,28	2,88
18:12	232,6	224,5	226,3	396,9	393,6	393,2	394,6	50,02	2,11	0,59	2,91	3,31	2,92
18:13	232,6	224,8	226,2	396,8	393,8	393,3	394,6	50,01	2,06	0,57	2,9	3,3	2,9
18:14	232,9	224,9	226,2	397	394	393,4	394,8	50,01	2,11	0,57	2,93	3,26	2,88
18:15	233,1	225,3	225,6	397,1	394,1	393,3	394,8	50,01	2,15	0,59	2,92	3,22	2,89
18:16	233	225,2	225,8	397,3	394	393,2	394,9	50,01	2,13	0,64	2,91	3,22	2,92
18:17	232,7	225,6	225,6	397,4	393,9	393,1	394,8	50,01	1,96	0,68	2,91	3,19	2,93
18:18	233,2	226	225	397,8	393,8	393,4	395	50	2	0,72	2,9	3,18	2,96
18:19	232,9	226,2	225,1	397,9	393,9	393,4	395	50	1,87	0,72	2,94	3,16	2,96
18:20	233,1	226,2	225	397,8	394	393,6	395,1	49,99	1,93	0,69	2,91	3,14	2,91

Время	Ua	Ub	Uc	Uab	Ubc	Uca	U ₁	F	K0	K2	K _{Ua}	K _{Ub}	K _{Uc}
18:21	233,3	226,5	224,6	397,8	393,9	393,5	395,1	49,99	2	0,7	2,9	3,14	2,91
18:22	233,4	226,4	224,7	397,8	394	393,7	395,2	49,99	2	0,67	2,89	3,15	2,93
18:23	233,3	226,7	224,4	397,8	394	393,5	395,1	49,98	2	0,68	2,87	3,12	2,93
18:24	233	226,9	224,1	397,5	393,8	393,3	394,9	49,99	1,94	0,68	2,87	3,1	2,92
18:25	232,7	227	224,1	397,4	393,8	393,1	394,7	50	1,86	0,67	2,91	3,09	2,88
18:26	232,4	227	224,1	397,2	393,7	393	394,6	50	1,78	0,67	2,92	3,09	2,84
18:27	232	227,2	224,4	397,2	393,8	392,9	394,7	50	1,61	0,67	2,9	3,09	2,83
18:28	231,8	226,8	225,4	397,4	393,9	393,4	394,9	49,99	1,46	0,64	2,88	3,08	2,82
18:29	231,4	226,6	226,1	397,3	393,9	393,6	394,9	49,99	1,31	0,6	2,81	3,1	2,81
18:30	231	226,4	226,1	396,9	393,6	393,3	394,6	49,99	1,21	0,57	2,75	3,08	2,79
18:31	231,3	226,3	225,7	396,8	393,5	393,2	394,5	49,98	1,34	0,59	2,73	3,05	2,76
18:32	231,5	226,5	226	397,1	394	393,5	394,9	49,98	1,37	0,58	2,71	3,09	2,79
18:33	232	226,7	226	397,6	394,4	393,8	395,3	49,98	1,47	0,59	2,75	3,1	2,82
18:34	231,8	226,7	226,2	397,7	394,5	393,9	395,4	49,99	1,42	0,59	2,77	3,06	2,81
18:35	231,6	226,9	226,4	397,7	394,5	393,9	395,4	50	1,31	0,6	2,78	3,05	2,85
18:36	231,9	226,7	226,3	397,8	394,5	393,8	395,4	50	1,45	0,63	2,77	3,04	2,85
18:37	231,9	226,2	226,6	397,7	394,4	393,8	395,3	50	1,52	0,61	2,76	3,02	2,8
18:38	232,1	226,4	226	397,6	394,3	393,5	395,1	50,01	1,58	0,63	2,75	3,01	2,8
18:39	231,5	226,9	225,7	397,3	394,2	393,2	394,9	50,01	1,38	0,63	2,74	2,99	2,81
18:40	231,8	226,6	225,8	397,3	394,1	393,4	394,9	50	1,49	0,62	2,71	3	2,82
18:41	232,1	226,2	225,7	397,3	394	393,4	394,9	49,99	1,62	0,62	2,68	3	2,82
18:42	231,7	226,3	225,7	397,1	394	393,1	394,7	50	1,54	0,62	2,73	3	2,81
18:43	231,7	226,5	225,4	397,1	393,9	392,9	394,6	50	1,53	0,64	2,72	3	2,79
18:44	231,7	226	225,6	397,2	393,5	392,9	394,5	49,99	1,55	0,68	2,73	2,95	2,77
18:45	232,1	225,9	224,9	397,1	393,1	392,6	394,2	49,99	1,7	0,72	2,72	2,94	2,8
18:46	232,4	225,6	225,2	397,3	393,2	392,8	394,4	49,98	1,84	0,72	2,73	2,99	2,82
18:47	232	225,8	225,4	397,2	393,4	392,7	394,4	49,98	1,71	0,72	2,74	2,99	2,78
18:48	232,2	226,1	224,9	397,2	393,5	392,7	394,4	49,98	1,76	0,71	2,7	2,99	2,79
18:49	232,5	226,4	224,5	397,4	393,7	392,6	394,6	49,98	1,86	0,74	2,68	2,94	2,76
18:50	232,9	226,1	224,5	397,6	393,5	392,8	394,6	49,99	1,95	0,77	2,68	2,95	2,74
18:51	232,8	226,3	224,2	397,5	393,5	392,6	394,5	50	1,95	0,76	2,68	2,91	2,72
18:52	233	226,4	224,5	397,9	393,6	393	394,8	50	1,9	0,78	2,69	2,9	2,77
18:53	233,1	226,3	224,7	398	393,6	393,2	394,9	50	1,91	0,79	2,68	2,85	2,77
18:54	233,3	226,1	225	398,2	393,8	393,4	395,1	50	1,97	0,77	2,69	2,88	2,78
18:55	233,4	226,2	224,9	398,2	393,8	393,4	395,1	49,99	2,02	0,78	2,7	2,89	2,81
18:56	233,3	226,3	224,9	398,2	393,9	393,5	395,2	50	1,94	0,77	2,7	2,87	2,76
18:57	233,4	225,9	225,1	398,1	393,9	393,5	395,1	50	2,04	0,75	2,67	2,91	2,74
18:58	233,5	226,1	225	398,1	394	393,5	395,2	50	2,05	0,74	2,7	2,93	2,77
18:59	233,7	225,9	224,9	398,2	393,9	393,4	395,1	49,99	2,14	0,77	2,73	2,95	2,77
19:00	234,2	225,9	224,4	398,2	393,8	393,4	395,1	49,99	2,32	0,78	2,74	2,92	2,78
19:01	234,1	226	224,4	398,1	393,9	393,5	395,2	49,99	2,3	0,75	2,73	2,93	2,77
19:02	233,5	226	224,6	397,8	393,5	393,2	394,9	50	2,1	0,76	2,76	2,94	2,79
19:03	233,1	225,6	225,1	397,7	393,4	393,2	394,8	50	2	0,75	2,75	2,98	2,78
19:04	233,5	225,2	225,3	397,9	393,4	393,3	394,9	50	2,15	0,76	2,73	2,96	2,76
19:05	233,6	224,7	225,6	397,7	393,4	393,4	394,8	49,99	2,29	0,73	2,7	2,94	2,73
19:06	233,6	224,8	225,4	397,6	393,4	393,3	394,8	49,98	2,29	0,71	2,7	2,97	2,73
19:07	233,7	224,4	225,5	397,6	393,1	393,3	394,7	49,98	2,34	0,75	2,68	2,97	2,66
19:08	234,1	224,5	225,3	397,6	393,3	393,4	394,8	49,98	2,45	0,73	2,7	2,94	2,66

Время	Ua	Ub	Uc	Uab	Ubc	Uca	U1	F	K0	K2	KUa	KUb	KUc
19:09	234,6	224,9	224,5	397,7	393,4	393,3	394,8	49,98	2,6	0,74	2,71	2,88	2,69
19:10	234,2	225,2	224,6	397,9	393,5	393,2	394,9	49,98	2,44	0,76	2,72	2,88	2,7
19:11	234	225,5	224,9	398,1	393,7	393,4	395,1	49,99	2,31	0,78	2,72	2,87	2,69
19:12	234,1	225,4	224,9	398,4	393,5	393,4	395,1	50	2,3	0,83	2,71	2,83	2,69
19:13	234,1	225,5	224,8	398,3	393,6	393,3	395,1	50	2,3	0,82	2,71	2,86	2,77
19:14	233,6	225,6	224,8	398,1	393,5	393,2	394,9	50	2,17	0,8	2,7	2,85	2,74
19:15	233,5	225,6	224,6	397,9	393,3	392,9	394,7	50,01	2,17	0,81	2,68	2,84	2,75
19:16	233,8	226,1	224,1	398,1	393,4	393	394,8	50,01	2,22	0,82	2,72	2,86	2,77
19:17	233,6	226,3	224,2	398	393,7	393,1	394,9	50,01	2,15	0,78	2,76	2,86	2,74
19:18	233,9	226,6	224,1	398,3	394	393,3	395,2	50,02	2,2	0,79	2,8	2,89	2,75
19:19	234	226,2	224,6	398,3	394,1	393,6	395,3	50,01	2,25	0,76	2,8	2,92	2,73
19:20	233,7	226,4	224,6	398,3	394,1	393,4	395,2	50,01	2,11	0,78	2,83	2,97	2,77
19:21	233,7	225,7	224,6	398,1	393,5	393	394,9	50,01	2,19	0,82	2,78	2,93	2,82
19:22	233,3	226,1	224,8	398,1	393,7	393,2	395	50	2,02	0,8	2,76	2,92	2,81
19:23	232,9	226,2	225,3	398	393,9	393,3	395,1	49,99	1,84	0,76	2,77	2,91	2,77
19:24	232,7	226,1	225,5	397,9	393,9	393,2	395	49,98	1,83	0,73	2,76	2,86	2,75
19:25	232,4	226	225,5	397,6	393,7	393,2	394,8	49,98	1,74	0,71	2,71	2,85	2,72
19:26	232,1	226,1	226	397,6	393,9	393,5	395	49,98	1,59	0,66	2,7	2,83	2,68
19:27	231,7	226,6	225,8	397,3	394,1	393,4	394,9	49,98	1,45	0,61	2,77	2,86	2,66
19:28	231,9	226,3	225,7	397,3	393,9	393,2	394,8	49,99	1,57	0,64	2,8	2,91	2,7
19:29	232	226,2	225,6	397,3	393,7	393,1	394,7	49,99	1,61	0,65	2,79	2,89	2,71
19:30	232,1	226,2	226	397,5	394,1	393,6	395,1	49,99	1,58	0,63	2,76	2,83	2,69
19:31	232,4	226,2	226,2	397,9	394,3	393,9	395,4	49,99	1,64	0,64	2,8	2,85	2,7
19:32	232,9	225,7	226,6	398,2	394,5	394	395,6	50,01	1,9	0,66	2,78	2,85	2,66
19:33	232,6	225,7	226,7	398,1	394,4	393,9	395,4	50,02	1,81	0,67	2,8	2,87	2,67
19:34	232,7	225,5	226,8	398	394,4	393,8	395,4	50,01	1,91	0,67	2,78	2,89	2,67
19:35	233,1	225,3	226,5	398	394,3	393,9	395,4	50	2,02	0,67	2,67	2,9	2,68
19:36	232,9	225,3	226,7	397,9	394,5	394	395,4	49,99	1,98	0,62	2,68	2,9	2,67
19:37	232,6	225,9	226,6	398	394,7	393,9	395,5	49,99	1,81	0,63	2,74	2,93	2,69
19:38	232,9	226,1	225,8	397,9	394,4	393,7	395,3	49,99	1,88	0,66	2,74	2,92	2,75
19:39	232,6	226,3	225,5	397,8	394,2	393,4	395,1	49,99	1,79	0,68	2,78	2,9	2,74
19:40	232,1	226,1	225,7	397,4	393,9	393,2	394,8	49,99	1,65	0,67	2,81	2,9	2,75
19:41	232,6	226,2	226,2	398	394,5	393,8	395,5	50	1,76	0,66	2,84	2,93	2,69
19:42	232,6	225,9	226,5	398	394,7	393,8	395,5	50	1,84	0,64	2,86	2,95	2,69
19:43	232,6	226,3	226,3	398	394,7	393,9	395,5	49,99	1,75	0,64	2,85	2,9	2,69
19:44	232,9	226,6	225,6	398,1	394,6	393,7	395,5	49,98	1,81	0,68	2,78	2,87	2,7
19:45	232,7	226,6	225,4	397,9	394,4	393,5	395,3	49,98	1,79	0,68	2,71	2,81	2,71
19:46	233	226,5	225,3	398,1	394,5	393,4	395,3	49,99	1,91	0,71	2,72	2,81	2,7
19:47	232,7	226,2	225,2	397,4	394,2	393,1	394,9	49,98	1,9	0,66	2,73	2,8	2,67
19:48	232,5	226,7	224,9	397,4	394,2	393,2	394,9	49,98	1,78	0,64	2,76	2,81	2,7
19:49	232,5	226,5	225,1	397,5	394,1	393,1	394,9	49,97	1,76	0,68	2,8	2,81	2,71
19:50	232,6	226,6	225,1	397,7	394,2	393,1	395	49,98	1,8	0,7	2,82	2,81	2,71
19:51	232,7	226,2	225,1	397,5	394	393	394,9	49,98	1,88	0,69	2,81	2,82	2,69
19:52	232,2	226,7	224,7	397,4	393,8	392,9	394,7	49,97	1,69	0,69	2,81	2,85	2,69
19:53	231,9	227,4	224,4	397,5	393,9	392,7	394,7	49,99	1,55	0,72	2,79	2,85	2,71
19:54	231,7	227,2	224,5	397,1	393,9	392,7	394,5	50	1,57	0,67	2,81	2,83	2,68
19:55	231,3	227	224,7	396,7	393,6	392,6	394,3	50	1,42	0,63	2,81	2,85	2,69
19:56	231,2	227,1	225,1	397	393,8	392,7	394,5	50	1,32	0,66	2,78	2,85	2,7

Время	Ua	Ub	Uc	Uab	Ubc	Uca	U ₁	F	K0	K2	K _{Ua}	K _{Ub}	K _{Uc}
19:57	231,4	226,9	225,1	397,1	393,9	392,7	394,6	50	1,43	0,67	2,79	2,86	2,76
19:58	231,3	226,9	225,1	397,1	393,9	392,5	394,5	50	1,4	0,69	2,79	2,87	2,72
19:59	230,9	226,1	226	397	393,5	392,4	394,3	50	1,39	0,71	2,79	2,86	2,7
20:00	230,6	226,1	225,9	396,6	393,3	392,3	394,1	50	1,26	0,67	2,77	2,87	2,69
20:01	231,1	226,2	225,5	396,8	393,4	392,3	394,2	50,01	1,23	0,69	2,76	2,86	2,69
20:02	231,4	226	225,5	396,7	393,5	392,4	394,2	50	1,26	0,65	2,79	2,86	2,72
20:03	231,9	225,9	225,2	396,8	393,5	392,6	394,3	50	1,26	0,64	2,73	2,86	2,71
20:04	231,9	225	225,4	396,5	393	392,2	393,9	49,99	1,23	0,67	2,67	2,9	2,67
20:05	232,3	224,1	224,9	396	392,3	391,5	393,3	49,98	1,245	0,71	2,64	2,86	2,66
20:06	232,4	224	225,4	396,3	392,4	391,9	393,5	49,98	1,245	0,7	2,64	2,85	2,68
20:07	232,8	224,5	225,1	396,7	392,9	392,1	393,9	49,97	1,215	0,72	2,64	2,87	2,69
20:08	232,9	224,2	225,3	396,7	392,9	392,1	393,9	49,98	1,23	0,72	2,68	2,88	2,67
20:09	232,8	224,7	225,4	397,1	393,2	392,4	394,2	49,99	1,275	0,74	2,7	2,86	2,67
20:10	232,9	225,3	225,3	397,3	393,5	392,7	394,5	50,01	1,185	0,73	2,72	2,84	2,7
20:11	232,8	225,5	225,4	397,5	393,5	392,9	394,6	50,01	1,14	0,73	2,71	2,84	2,73
20:12	232,1	225,8	225,3	397,2	393,3	392,7	394,4	50,02	1,185	0,72	2,71	2,9	2,71
20:13	232,6	226	224,8	397,5	393,5	392,6	394,5	50,02	1,23	0,77	2,74	2,89	2,7
20:14	232,6	225,3	224,9	397,2	393,1	392,3	394,2	50	1,215	0,77	2,73	2,9	2,71
20:15	232,2	225,2	225,3	396,9	393	392,5	394,1	49,99	1,23	0,71	2,69	2,87	2,72
20:16	232,2	224,8	225,3	396,7	392,8	392,3	393,9	49,98	1,29	0,72	2,72	2,84	2,65
20:17	233	224,7	225,5	397,3	393,2	392,9	394,4	49,98	1,23	0,72	2,73	2,81	2,65
20:18	233,3	224,5	225,5	397,3	393,2	393	394,5	49,98	1,23	0,71	2,75	2,81	2,61
20:19	233,6	224,5	225,1	397,3	393,2	392,7	394,4	49,98	1,215	0,73	2,77	2,82	2,62
20:20	233,2	224,7	224,9	397	393,1	392,5	394,2	49,99	1,155	0,72	2,73	2,82	2,6
20:21	233	225,4	224,6	397,1	393,2	392,6	394,3	49,99	1,185	0,71	2,69	2,84	2,59
20:22	232,9	225,4	224	396,6	392,9	392,3	393,9	50	1,185	0,69	2,67	2,81	2,6
20:23	232,6	226	223,7	396,5	393	392,2	393,9	50	1,215	0,68	2,66	2,77	2,59
20:24	232,7	225,8	224	396,7	393,2	392,1	394	50	1,23	0,7	2,67	2,8	2,55
20:25	233	226,1	224,1	397,1	393,5	392,5	394,4	50	1,275	0,71	2,66	2,8	2,58
20:26	232,5	225,6	224,9	397	393,3	392,5	394,3	50	1,23	0,71	2,64	2,75	2,56
20:27	231,5	225,3	225,8	396,6	393,1	392,4	394	50	1,215	0,65	2,66	2,75	2,52
20:28	232,4	225,8	225,6	397,3	393,8	393,1	394,7	50	1,23	0,67	2,68	2,78	2,65
20:29	232,3	226	225,1	397,1	393,6	393	394,6	50	1,23	0,65	2,66	2,79	2,63
20:30	232,2	226,2	225,2	397,2	393,8	393	394,7	50	1,245	0,65	2,67	2,81	2,64
20:31	232,7	226,1	225,1	397,3	394	393,2	394,8	50	1,275	0,65	2,71	2,84	2,67
20:32	232,7	226	225,1	397,3	393,9	393	394,7	50	1,26	0,67	2,69	2,8	2,68
20:33	232,7	225,4	225,2	397,2	393,6	392,7	394,5	50	1,23	0,69	2,66	2,72	2,69
20:34	231,8	225,1	225,6	396,6	393,1	392,5	394	49,99	1,23	0,66	2,65	2,77	2,7
20:35	231,8	224,6	226	396,3	392,9	392,6	393,9	50	1,11	0,61	2,62	2,79	2,62
20:36	231,2	224,3	226,8	396,3	392,7	392,7	393,9	50	1,14	0,62	2,58	2,76	2,61
20:37	231,3	224,1	226,7	396,3	392,4	392,6	393,8	49,99	1,17	0,64	2,58	2,72	2,61
20:38	230,8	224,4	226,6	396	392,4	392,2	393,6	49,98	1,215	0,63	2,64	2,74	2,65
20:39	230,5	223,9	226,8	395,7	392,3	391,9	393,3	49,97	1,215	0,61	2,69	2,78	2,61
20:40	230,4	224,4	226,3	395,4	392,4	391,7	393,1	49,96	1,2	0,58	2,65	2,71	2,56
20:41	230,7	224,4	225,9	395,4	392,3	391,7	393,1	49,96	1,215	0,59	2,61	2,7	2,57
20:42	231,3	224,3	225,2	395,4	392,1	391,5	393	49,97	1,23	0,62	2,61	2,66	2,6
20:43	231,3	223,9	225,9	395,6	392,2	391,8	393,2	50,01	1,245	0,62	2,63	2,68	2,59
20:44	231,6	224,5	225,4	395,8	392,6	392	393,4	50,03	1,245	0,61	2,7	2,72	2,62

Время	Ua	Ub	Uc	Uab	Ubc	Uca	U1	F	K0	K2	KUa	KUb	KUc
20:45	231,8	224,3	225,8	395,9	392,9	392,2	393,7	50,02	1,245	0,59	2,74	2,74	2,65
20:46	231,5	224,1	226,2	395,8	392,8	392,2	393,6	50	1,155	0,57	2,72	2,77	2,62
20:47	230,8	224,1	226,6	395,6	392,5	392,3	393,4	49,99	1,155	0,54	2,58	2,77	2,65
20:48	230,7	224,1	226	395,2	392,1	391,7	393	49,98	1,095	0,57	2,55	2,68	2,65
20:49	230,3	224,8	225,1	394,6	392,1	391,3	392,7	49,96	1,14	0,52	2,6	2,68	2,62
20:50	230	224,9	225,9	395	392,4	391,7	393	49,97	1,14	0,51	2,62	2,68	2,66
20:51	230,2	224,7	226,3	395,5	392,5	392	393,3	49,99	1,185	0,55	2,61	2,7	2,63
20:52	230,5	224,1	226,4	395,4	392,2	391,8	393,1	50,01	1,23	0,58	2,6	2,68	2,61
20:53	229,8	223,6	226	394,6	391,3	390,7	392,2	50,02	1,26	0,62	2,58	2,66	2,6
20:54	230,3	223,4	225,6	394,6	391,2	390,6	392,2	50	1,23	0,72	2,6	2,7	2,61
20:55	230,6	223,7	225,1	394,6	391,4	390,5	392,2	50	1,2	0,63	2,67	2,77	2,64
20:56	230,7	223,9	224,7	394,7	391,4	390,5	392,2	50,01	1,23	0,65	2,67	2,81	2,63
20:57	233,3	227,2	227,7	399,7	396,5	395,7	397,3	50,01	1,185	0,62	2,61	2,82	2,61
20:58	234,2	227,3	227,9	400,5	397,2	396,1	397,9	49,99	1,155	0,67	2,57	2,77	2,59
20:59	234,2	226,8	227,9	400,4	397	395,9	397,7	49,99	1,095	0,69	2,57	2,77	2,62
21:00	234,1	227,2	227,1	400	396,6	395,6	397,4	50	1,065	0,66	2,6	2,78	2,62
21:01	234,3	226,9	227,6	400,3	396,8	395,9	397,6	50,01	1,11	0,68	2,64	2,89	2,57
21:02	234,5	227	227,9	400,6	397	396,3	397,9	50	1,11	0,67	2,64	2,86	2,6
21:03	234,6	226,9	227,7	400,4	396,9	396,2	397,8	49,98	1,11	0,66	2,62	2,83	2,65
21:04	235,2	226,5	228,2	401	397,1	396,7	398,3	49,97	1,125	0,7	2,62	2,89	2,63
21:05	235	225,3	228,9	400,7	396,5	396,4	397,9	49,98	1,125	0,71	2,67	2,91	2,63
21:06	235,4	225,2	228,5	400,6	396,4	396,2	397,7	49,99	1,095	0,71	2,66	2,88	2,66
21:07	235,7	225,2	227,6	400,2	396,4	395,8	397,4	50	1,2	0,69	2,66	2,83	2,62
21:08	236,1	224,9	227,7	400,2	396,7	395,7	397,5	50	1,215	0,69	2,64	2,77	2,58
21:09	235,4	225,3	227,7	400,1	396,6	395,5	397,4	50	1,26	0,69	2,66	2,83	2,63
21:10	235,2	226	227	399,8	396,6	395,3	397,2	50	1,215	0,67	2,7	2,77	2,62
21:11	234,4	225,8	226,7	399	395,8	394,9	396,6	50	1,2	0,64	2,75	2,75	2,62
21:12	234,2	225,5	226,2	398,3	395,1	394,4	395,9	50	1,185	0,61	2,7	2,77	2,63
21:13	234,6	226,1	225,9	398,7	395,5	394,7	396,3	49,99	1,185	0,62	2,72	2,8	2,68
21:14	234,3	226,3	226,9	399,4	396,2	395,1	396,9	49,99	1,23	0,64	2,75	2,88	2,69
21:15	235,5	226,4	227,2	400,4	397	395,9	397,8	50	1,29	0,68	2,71	2,9	2,71
21:16	234,9	226,6	227,4	400,2	396,8	395,9	397,6	50	1,335	0,66	2,74	2,93	2,77
21:17	234,7	226,8	227,3	400	397	395,9	397,6	50	1,29	0,62	2,76	2,93	2,77
21:18	233,7	227,6	227,1	399,7	396,8	395,7	397,4	49,99	1,215	0,6	2,86	2,91	2,81
21:19	233,7	227,5	226,7	399,4	396,6	395,4	397,1	49,99	1,2	0,6	2,87	2,83	2,8
21:20	233,9	226,6	226,5	399,1	396,1	394,8	396,7	49,99	1,2	0,64	2,85	2,9	2,72
21:21	233,5	227,3	226,2	399	396	394,9	396,6	50	1,185	0,62	2,81	2,85	2,72
21:22	233,5	228	225,8	398,9	396,1	395,3	396,7	50	1,155	0,56	2,79	2,89	2,75
21:23	233	227,6	226,5	398,8	396	395,1	396,6	49,99	1,185	0,56	2,77	2,89	2,76
21:24	232,6	226,2	227,7	398,8	395,2	394,8	396,3	50	1,17	0,64	2,75	2,82	2,73
21:25	232,8	225,8	228,7	399,5	395,4	395,4	396,8	50	1,155	0,7	2,75	2,88	2,79
21:26	233,2	225,9	228,1	399,4	395,4	395,4	396,7	50	1,095	0,67	2,78	2,87	2,77
21:27	232,5	227,1	227	398,9	395,2	395,2	396,4	49,99	1,155	0,62	2,82	2,86	2,86
21:28	232,4	226,5	227,8	399	395,2	395,2	396,5	49,99	1,14	0,63	2,82	2,91	2,84
21:29	231,8	225,7	228,6	398,8	394,5	394,9	396,1	50	1,095	0,7	2,82	2,97	2,83
21:30	235,7	233,8	233,6	398,1	393,8	394,1	395,4	49,98	1,08	0,7	2,86	2,98	2,85
21:31	235,7	233,8	233,4	397,8	393,6	394	395,1	49,98	1,125	0,69	2,83	2,99	2,89
21:32	235,6	233,6	233,4	397,9	393,8	394,2	395,3	49,99	1,11	0,66	2,83	2,99	2,88

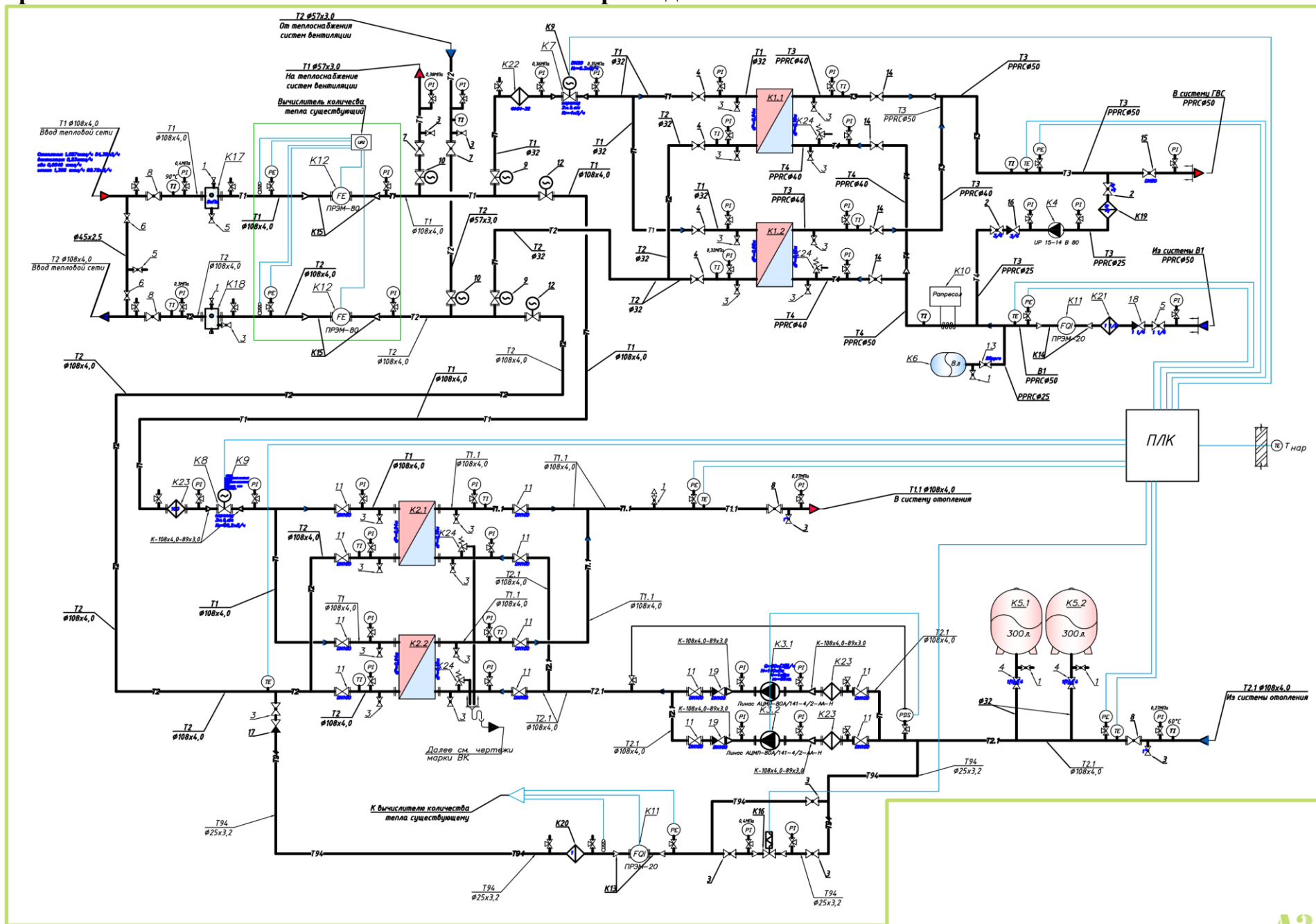
Время	Ua	Ub	Uc	Uab	Ubc	Uca	U1	F	K0	K2	KUa	KUb	KUc
21:33	235,3	233,4	233	397,5	393,3	393,7	394,9	49,99	1,125	0,68	2,84	2,98	2,88
21:34	235,2	233,2	232,9	397,6	393,9	394,1	395,2	50	1,11	0,62	2,86	2,98	2,88
21:35	235,3	233,3	233,1	398,1	394,1	394,4	395,5	50,01	1,11	0,66	2,82	2,99	2,86
21:36	235,4	233,3	233,1	397,9	393,8	393,8	395,1	50,01	1,08	0,7	2,81	3,04	2,85
21:37	235,4	233,2	233	398	394	393,6	395,2	50,02	1,08	0,72	2,84	2,99	2,85
21:38	235,3	233,1	233,1	398	393,8	393,7	395,2	50,01	1,125	0,72	2,9	3,01	2,89
21:39	235,2	233,1	233,1	397,7	393,3	393,2	394,7	50,01	1,155	0,75	2,93	3,07	2,91
21:40	235,2	233,1	232,9	397,5	392,8	392,8	394,4	50	1,155	0,79	2,97	3,08	2,98
21:41	235,3	233,2	232,9	397,7	393	393	394,6	50	1,185	0,8	2,96	3,09	2,95
21:42	235,1	233	232,8	397,3	392,6	392,8	394,2	50	1,2	0,78	2,97	3,02	2,99
21:43	235,1	233,1	233	396,9	392,3	392,3	393,9	50	1,17	0,78	3,06	3	2,99
21:44	234,9	232,9	232,7	397,7	392,9	392,4	394,3	50	1,125	0,85	3,1	3,01	2,95
21:45	235,1	233,3	233	397,3	392,6	391,9	393,9	49,99	1,125	0,86	3,06	2,98	2,98
21:46	235	232,9	232,8	396,5	392	391,1	393,2	49,99	1,095	0,85	3	2,92	3
21:47	235	232,8	232,8	396,4	392	391	393,1	49,99	1,125	0,85	2,99	2,96	3
21:48	235	232,8	232,8	396,7	392,4	391,5	393,5	50	1,08	0,81	3,02	2,93	3,01
21:49	234,8	232,6	232,5	396,8	392,8	391,9	393,8	50	1,11	0,76	3,07	2,91	3,02
21:50	234,7	232,4	232,4	396,4	393,1	391,3	393,6	50	1,17	0,75	3,11	2,88	3
21:51	234,8	232,4	232,4	396,2	392,7	391,5	393,4	50,01	1,17	0,72	3,22	2,94	3,06
21:52	234,7	232,6	232,4	396,1	392,5	391,5	393,4	50	1,155	0,72	3,16	2,9	3,08
21:53	234,6	232,4	232,3	396,7	392,6	391,7	393,7	50,01	1,125	0,79	3,14	3	3,03
21:54	234,5	232,3	232,2	396,1	392	391,3	393,1	50	1,095	0,77	3,05	3	3,06
21:55	234,9	232,5	232,5	396,5	392,5	391,6	393,5	50	1,05	0,76	3,05	2,99	3,05
21:56	235	232,7	232,7	396,3	392	391,6	393,3	50	1,05	0,77	3,07	3,02	3,03
21:57	234,7	232,6	232,6	396,5	391,4	391,5	393,1	49,99	1,11	0,86	3,05	3,14	3,06
21:58	234,5	232,4	232,4	395,8	390,9	391,2	392,6	49,99	1,155	0,82	3,04	3,08	3,04
21:59	234,5	232,3	232,3	394,8	390,8	390,7	392,1	50	1,2	0,7	3,11	3,13	3
22:00	234,4	232,2	232,2	394,8	391,4	390,5	392,2	50,01	0,72	0,68	3,11	3,12	3,03
22:01	234,1	232	232	395	391,3	389,9	392,1	50,02	0,705	0,78	3,09	3,13	3,04
22:02	234,4	232,2	232,2	394,5	390,6	389	391,3	50,01	0,72	0,84	3,07	3,13	3,01
22:03	234,4	232,3	232,2	395,2	390,5	389,4	391,7	50,01	0,705	0,91	3,12	3,28	3,09
22:04	234,2	232,2	232	395,8	390,9	390,4	392,3	50,01	0,735	0,89	3,14	3,26	3,09
22:05	234	232,2	231,9	395,5	390,4	390,5	392,1	49,99	0,72	0,86	3,16	3,28	3,06
22:06	233,9	232	231,7	394,6	389,8	389,9	391,4	50	0,735	0,82	3,17	3,34	3,05
22:07	235	233,1	232,7	393,3	389,2	389,1	390,5	49,99	0,78	0,73	3,21	3,37	3,02
22:08	238	236,1	235,8	394,5	391	390,9	392,1	49,98	0,705	0,6	3,25	3,43	2,99
22:09	238	236,1	235,6	394,4	391	390,9	392,1	49,98	0,69	0,59	3,29	3,49	3,05
22:10	237,8	235,9	235,3	394,6	391	391,1	392,2	49,99	0,675	0,61	3,27	3,45	3,02
22:11	237,8	235,9	235,4	393,8	390,5	390,3	391,5	49,99	0,705	0,59	3,26	3,37	2,99
22:12	237,6	235,8	235,5	393,8	389,9	390	391,2	49,99	0,69	0,66	3,22	3,33	3,06
22:13	237,5	235,5	235,5	394,2	389,9	390,2	391,4	49,99	0,735	0,71	3,22	3,38	3,08
22:14	237,6	235,7	235,7	394,4	390,2	390,5	391,7	49,99	0,69	0,69	3,26	3,34	3,14
22:15	237,7	235,8	235,7	394,7	390,8	390,9	392,1	49,99	0,72	0,67	3,27	3,37	3,14
22:16	237,4	235,6	235,4	395,3	391,5	391,6	392,8	50	0,705	0,63	3,25	3,38	3,13
22:17	237,6	235,5	235,7	394,3	390,8	390,8	392	50,01	0,675	0,59	3,33	3,45	3,17
22:18	237,9	235,7	235,8	394,8	391,4	391	392,4	50	0,705	0,61	3,25	3,34	3,16
22:19	238,2	235,9	236	395	391,7	390,9	392,6	49,99	0,72	0,64	3,3	3,34	3,18
22:20	237,8	235,6	235,5	401,1	397,5	396,6	398,4	49,99	0,705	0,7	3,22	3,3	3,09

Время	Ua	Ub	Uc	Uab	Ubc	Uca	U1	F	K0	K2	KUa	KUb	KUc
22:21	237,7	235,5	235,5	400,7	396,7	396,5	397,9	49,99	0,66	0,7	3,19	3,31	3,09
22:22	237,7	235,5	235,6	400,2	396,1	395,6	397,3	49,99	0,645	0,74	3,13	3,3	3,05
22:23	237,3	235,2	235,5	400,1	396	395,4	397,1	50	0,66	0,74	3,08	3,26	2,99
22:24	237,5	235,4	235,7	399,7	395,5	394,5	396,6	50,01	0,675	0,81	2,98	3,17	2,92
22:25	237,5	235,7	235,7	401,3	396,7	395,3	397,7	50,02	0,66	0,91	2,99	3,14	2,91
22:26	237,3	235,4	235,5	400,7	396,2	394,8	397,2	50,01	0,675	0,9	3,02	3,21	2,94
22:27	237,4	235,5	235,4	401,1	396,8	396	398	50,01	0,645	0,8	3,1	3,26	3,05
22:28	237,6	235,8	235,6	400,5	396,8	395,8	397,7	50,01	0,66	0,72	3,08	3,23	3,08
22:29	237,2	235,5	235,3	399,7	395,8	395,3	396,9	50,02	0,63	0,71	3,06	3,2	3,08
22:30	237,3	235,6	235,4	400,1	396,1	395,7	397,3	50,02	0,645	0,7	3,05	3,13	3,06
22:31	237,4	235,5	235,2	400,6	396,9	396,5	398	50,01	0,675	0,66	3,06	3,19	3,06
22:32	236,9	235,2	235	399,6	396,3	395,7	397,2	50,01	0,69	0,62	3,01	3,21	3,06
22:33	237	235,3	235,1	400	396,1	395,5	397,2	50	0,675	0,71	3,01	3,32	3,11
22:34	237	235,2	235	400,2	396,1	395,7	397,3	50	0,645	0,73	3,09	3,37	3,14
22:35	236,9	235,2	234,9	399,1	395,5	395,1	396,6	50	0,705	0,64	3,04	3,28	3,11
22:36	236,9	235	234,7	399,1	396	395,6	396,9	49,99	0,705	0,55	3,05	3,32	3,12
22:37	236,8	234,9	234,6	399,6	396,7	396,2	397,5	50	0,72	0,54	3,09	3,37	3,22
22:38	236,7	234,7	234,4	399,5	396,2	396,1	397,2	50	0,825	0,57	3,12	3,34	3,29
22:39	237	234,8	234,5	399,2	395,8	396	397	49,99	0,84	0,55	3,14	3,33	3,38
22:40	237	234,8	234,5	398,9	395,2	395,2	396,5	49,99	0,825	0,63	3,07	3,29	3,36
22:41	236,8	234,7	234,2	399,2	395,3	395	396,5	49,99	0,78	0,68	3,07	3,25	3,37
22:42	236,8	234,7	234,3	398,9	395,1	394,7	396,2	50	0,78	0,67	3,11	3,28	3,35
22:43	236,3	234,1	233,7	398,1	394,4	394	395,5	50	0,78	0,66	3,09	3,24	3,28
22:44	236,4	234	233,7	399,1	395,2	394,8	396,3	50,01	0,84	0,69	3,11	3,35	3,23
22:45	236,4	234,1	233,7	398,3	394,7	394,3	395,8	50	0,81	0,64	3,1	3,33	3,2
22:46	236,6	234,2	234,1	398,4	394,8	394,5	395,9	49,99	0,81	0,64	3,02	3,29	3,16
22:47	236,5	234	234,1	398,6	394,9	395,1	396,2	50	0,765	0,61	3,01	3,31	3,22
22:48	236,5	234,2	234,2	399,1	395,4	395,3	396,6	50	0,78	0,64	3,01	3,38	3,2
22:49	236,3	233,8	233,8	399,1	394,8	395,1	396,4	49,99	0,795	0,7	3,1	3,44	3,25
22:50	236,2	233,7	233,7	398	394	394	395,3	50	0,765	0,68	3,15	3,46	3,28
22:51	236,3	233,9	233,8	398,1	394,5	394,3	395,6	50	0,81	0,63	3,18	3,45	3,34
22:52	236,1	233,9	233,8	397,7	394,1	394	395,3	50,01	0,765	0,62	3,17	3,36	3,33
22:53	236,1	233,7	233,8	397,7	394,1	393,8	395,2	50,01	0,735	0,65	3,19	3,35	3,36
22:54	236	233,5	233,7	398,1	394,7	393,8	395,5	50	0,765	0,66	3,18	3,4	3,38
22:55	235,9	233,4	233,6	398,5	394,6	393,7	395,6	49,99	0,675	0,74	3,23	3,42	3,41
22:56	235,8	233,6	233,5	398,1	394,4	393,7	395,4	49,99	0,675	0,69	3,28	3,46	3,44
22:57	235,8	233,6	233,3	397,8	393,7	393,5	395	49,99	0,63	0,7	3,24	3,49	3,41
22:58	236	233,7	233,4	398	393,8	393,7	395,2	49,99	0,6	0,73	3,15	3,45	3,36
22:59	236	233,8	233,5	398	394	393,4	395,1	49,98	0,6	0,73	3,19	3,48	3,41
23:00	235,6	233,3	232,9	397	392,6	392,1	393,9	49,98	0,525	0,78	3,2	3,55	3,37
23:01	235,8	233,4	233,1	396,7	393,1	392,5	394,1	49,99	0,555	0,66	3,23	3,48	3,41
23:02	235,6	233,1	232,8	396	392,9	392,3	393,7	50	0,615	0,59	3,29	3,44	3,51
23:03	235,4	232,9	232,6	395,8	392,3	391,9	393,3	50	0,705	0,64	3,32	3,5	3,58
23:04	235,2	232,7	232,5	395,4	391,7	391,3	392,8	50	0,75	0,66	3,36	3,46	3,64
23:05	234,6	232,2	232,2	395	390,7	391	392,2	49,99	0,795	0,72	3,3	3,37	3,51
23:06	234,4	232	231,8	399,9	395,4	395,7	397	49,98	0,795	0,73	3,14	3,35	3,44
23:07	234,2	232,1	231,6	400,1	395,2	395,8	397	49,98	0,735	0,78	3,16	3,39	3,4
23:08	234,2	232,2	231,8	399,8	395	395,2	396,7	49,99	0,72	0,79	3,17	3,47	3,44

Время	Ua	Ub	Uc	Uab	Ubc	Uca	U1	F	K0	K2	KUa	KUb	KUc
23:09	234	232	231,7	398,4	394,2	393,9	395,5	49,99	0,81	0,74	3,18	3,46	3,47
23:10	234	232	231,7	399,8	395	395,4	396,7	50	0,825	0,77	3,18	3,5	3,5
23:11	233,8	231,8	231,3	399,3	394,8	395,5	396,5	50	0,84	0,71	3,18	3,46	3,5
23:12	233,9	231,8	231,2	398,9	394,8	394,9	396,2	50	0,78	0,68	3,22	3,49	3,52
23:13	234	231,8	231,3	399,9	396,1	396,1	397,3	49,99	0,645	0,64	3,21	3,42	3,5
23:14	235,2	233,1	232,7	401,5	397,1	397,1	398,6	49,99	0,675	0,74	3,18	3,38	3,53
23:15	237,9	235,8	235,3	400	395,8	395,5	397,1	49,98	0,69	0,73	3,13	3,32	3,52
23:16	237,8	235,5	235,2	401,2	397,1	397,1	398,5	49,98	0,675	0,69	3,14	3,41	3,55
23:17	237,8	235,5	235,1	402	397,8	397,6	399,1	49,98	0,63	0,71	3,11	3,44	3,54
23:18	237,4	235,2	234,8	398,8	394,7	394,7	396,1	49,97	0,675	0,69	3,1	3,42	3,49
23:19	237,5	235,3	234,8	400,1	395,9	395,7	397,2	49,97	0,705	0,73	3,12	3,47	3,46
23:20	237,4	235,3	234,7	398,3	394,4	393,7	395,4	49,97	0,66	0,73	3,2	3,49	3,49
23:21	237,2	235	234,5	398,7	394,9	394,2	395,9	49,97	0,66	0,7	3,26	3,48	3,5
23:22	237	234,9	234,3	398,2	394,2	393,8	395,4	49,96	0,675	0,72	3,23	3,46	3,52
23:23	236,9	234,8	234,3	400,7	396,2	396,2	397,7	49,97	0,69	0,77	3,24	3,58	3,54
23:24	236,9	234,9	234,5	400,9	396,3	396,6	397,9	49,98	0,75	0,75	3,2	3,56	3,5
23:25	237	235	234,5	398,8	394,5	394	395,7	50	0,765	0,77	3,18	3,57	3,52
23:26	236,7	234,5	234,1	399,5	395,2	394,5	396,4	50,01	0,78	0,8	3,19	3,55	3,55
23:27	236,4	234,2	234	399,2	394,8	394,2	396,1	50,01	0,765	0,81	3,27	3,59	3,56
23:28	236,7	234,4	234,2	397,8	393,4	392,6	394,6	50	0,735	0,83	3,24	3,62	3,54
23:29	236,8	234,5	234,2	397,8	393,4	392,6	394,6	50	0,75	0,83	3,2	3,59	3,57
23:30	236,8	234,4	234,1	398,7	393,9	393,6	395,4	50,01	0,705	0,84	3,22	3,64	3,66
23:31	236,8	234,4	234,2	397,7	393,3	392,6	394,5	50,01	0,615	0,81	3,15	3,53	3,64
23:32	236,6	234	234	396,6	391,9	391,5	393,3	50	0,63	0,84	3,2	3,61	3,66
23:33	236,6	234	234,1	396,4	391,8	391,6	393,3	50,01	0,69	0,8	3,28	3,72	3,67
23:34	236,8	234,3	234,5	398,1	393,6	393,3	395	50	0,72	0,79	3,24	3,68	3,61
23:35	236,9	234,5	234,6	399,7	395,6	395,3	396,9	50	0,75	0,72	3,3	3,64	3,61
23:36	237	234,6	234,7	398,9	394,6	393,9	395,8	50	0,675	0,79	3,28	3,67	3,62
23:37	236,9	234,7	234,5	399,2	395,6	394,6	396,5	50	0,72	0,72	3,36	3,65	3,69
23:38	236,9	234,7	234,4	399,9	396,5	395,6	397,3	50	0,735	0,66	3,32	3,62	3,7
23:39	237,2	234,9	234,7	400,1	396	395,5	397,2	50	0,735	0,74	3,3	3,7	3,66
23:40	236,7	234,4	234,1	401	397,2	396	398,1	50	0,81	0,76	3,32	3,8	3,7
23:41	236,8	234,6	234,2	400,4	396,6	395,6	397,5	50	0,825	0,73	3,29	3,84	3,77
23:42	236,8	234,7	234,4	399,9	396,2	395,8	397,3	50	0,825	0,66	3,26	3,75	3,69
23:43	236,9	235	234,6	400,6	397	396,5	398	50	0,825	0,66	3,27	3,75	3,7
23:44	236,8	235	234,6	400,3	396,4	395,9	397,5	50	0,81	0,71	3,26	3,75	3,68
23:45	236,7	234,9	234,5	398,8	395	394,6	396,1	50	0,81	0,67	3,23	3,74	3,71
23:46	236,8	235,1	234,6	399,1	395,9	395,5	396,8	50	0,795	0,58	3,29	3,76	3,75
23:47	237	235,4	234,5	400,6	397	397	398,2	50,01	0,81	0,6	3,31	3,74	3,76
23:48	237	235,3	234,4	400,1	396,3	396,4	397,6	50,01	0,84	0,64	3,34	3,77	3,69
23:49	236,9	235,2	234,3	399,3	395,5	395,5	396,8	50	0,84	0,65	3,34	3,72	3,68
23:50	236,6	234,8	234,1	399,7	395,8	395,8	397,1	49,99	0,825	0,66	3,29	3,7	3,66
23:51	236,4	234,6	233,9	398,7	395,4	395,1	396,4	49,99	0,84	0,59	3,32	3,7	3,72
23:52	236,3	234,5	233,8	398	394,5	394,6	395,7	49,99	0,81	0,58	3,3	3,7	3,67
23:53	236,2	234,3	233,5	399,1	395,6	395,2	396,6	50,01	0,81	0,62	3,41	3,81	3,73
23:54	236,4	234,5	233,6	401,6	397,9	397,2	398,9	50,02	0,81	0,68	3,38	3,81	3,73
23:55	236,1	234,3	233,4	401,9	398	397	399	50,03	0,855	0,75	3,33	3,85	3,69
23:56	236,2	234,6	233,7	401	397,3	396,3	398,2	50,03	0,87	0,72	3,28	3,77	3,64

Время	Ua	Ub	Uc	Uab	Ubc	Uca	U₁	F	K0	K2	K_{Ua}	K_{Ub}	K_{Uc}
23:57	236,2	234,4	233,7	400,5	396,3	395,5	397,4	50,03	0,84	0,78	3,27	3,78	3,66
23:58	236,2	234,5	233,6	401,5	397,3	396,6	398,5	50,02	0,735	0,77	3,26	3,75	3,66
23:59	236,2	234,4	233,5	400,8	396,7	396,1	397,9	50,02	0,72	0,75	3,3	3,77	3,7

Приложение Б. Схема ИТП с независимой схемой присоединения.



Обозначение	Наименование
—Т1—	Трубопровод теплоносителя первичный подающий
—Т2—	Трубопровод теплоносителя первичный обратный
—Т1.1—	Трубопровод теплоносителя вторичный подающий
—Т2.1—	Трубопровод теплоносителя вторичный обратный
—Т94—	Трубопровод подпиточной воды
—Т95—	Трубопровод дренажный напорный.
—Т96—	Трубопровод дренажный безнапорный.
—Т3—	Трубопровод горячего водоснабжения
—Т4—	Трубопровод циркуляционный системы ГВС
—В1—	Трубопровод холодного водоснабжения
—↓—	Фильтр сетчатый
—▶—	Направление движения теплоносителя