

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ

ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Теплогазоснабжения, климатехника и альтернативные энергоустановки»

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

по дисциплине

**«Энергоэффективные системы централизованного теплоснабжения»**

для магистров направления подготовки 08.04.01 Строительство

направленности Теплогазоснабжение и вентиляция

заочной формы обучения



Ростов – на – Дону

2025 год

# Контрольная работа

**Сравнительный анализ годового теплового потребления зданий с учетом энергоэффективности**

**Цель работы:** Освоить методику расчета годового теплопотребления здания. Провести сравнительный анализ теплопотребления для зданий с традиционными и энергоэффективными технологиями.

**1. Общие сведения**

Расчет годового теплопотребления здания является важной задачей в проектировании, эксплуатации и модернизации систем теплоснабжения. Он позволяет:

* определить необходимую мощность источников тепла (котельных, ТЭЦ, тепловых насосов);
* оптимизировать затраты на отопление и горячее водоснабжение (ГВС);
* оценить энергоэффективность здания и потенциал его модернизации;
* спрогнозировать экологическую нагрузку (выбросы CO₂, потребление топлива).

Расчет применяют при:

* проектирование новых зданий – для выбора системы отопления и утепления ограждающих конструкций.
* энергоаудите существующих зданий – для выявления потерь тепла и разработки мер по энергосбережению.
* разработке программ энергоэффективности – в коммунальном хозяйстве и государственных инициативах.
* в теплоснабжающих организациях – для планирования нагрузок на сети и тарифной политики.

Данные расчет проводят инженеры-теплотехники (при проектировании зданий и систем отопления), энергоаудиторы (при обследовании существующих объектов), эксплуатационные службы (для контроля и оптимизации потребления тепла), научные исследователи (при разработке новых энергосберегающих технологий).

## **2. Исходные данные (пример)**

Для расчетов используются следующие параметры:

**Общие параметры здания (базовый вариант):**

Длина здания, *L* = 86 м

Ширина здания, *W* = 14 м

Высота здания, *H* = 20 м

Коэффициент остекления, φ=0,2

Температура внутри здания, tвн=18°C

Расчетная температура наружного воздуха для отопления, tн.о=−25°C

Средняя температура за отопительный период, tн.ср=−3,2°

Длительность отопительного периода, nо=4920

Полная длительность работы системы за год, n=8400

Таблица 1 Значения коэффициентов теплопередачи

| Ограждающая конструкция | Базовый вариант, k (Вт/м²·°C) | Энергоэффективный вариант, k (Вт/м²·°C) |
| --- | --- | --- |
| Стены (kст​) | 1,20 | 0,50 (утепление пенополистиролом) |
| Окна (kок​) | 3,23 | 1,40 (трехкамерные стеклопакеты) |
| Потолок (kпт​) | 0,90 | 0,30 (доп. теплоизоляция) |
| Пол (kпл​) | 0,77 | 0,35 (утепление XPS) |

**Дополнительные параметры для ГВС:**

Обеспеченность жилой площадью, fж=10 м²/чел

Средненедельный расход воды, a = 105 кг/(сут·чел)

Температура холодной воды, tx=5°C

Температура горячей воды, tг=60°C

Количество жителей: 376 чел

Теплоемкость воды: 4,187 кДж/(кг·°C)

Продолжительность отопительного периода: 205 суток (4920 ч)

Продолжительность летнего периода: 145 суток (3480 ч)

## **3. Пример расчета теплопотерь здания (базовый вариант без энергоэффективных технологий)**

### **3.1. Определение площадей ограждающих конструкций**

Площадь стен (с учетом остекления):

Fст=(L+W)×2×H×(1−φ)=(86+14)×2×20×0,8=3200 м²​

Площадь окон:

Fок=(L+W)×2×H×φ=100×2×20×0,2=800 м²

Площадь потолка и пола:

Fпт=Fпл=L×W=86×14=1204 м²

### **3.2. Удельные теплопотери через ограждения**

где:

* ki​ - коэффициент теплопередачи i-ой конструкции, Вт/(м²·°C)
* Fi​ - площадь i-ой конструкции, м²
* V - объем здания, м³

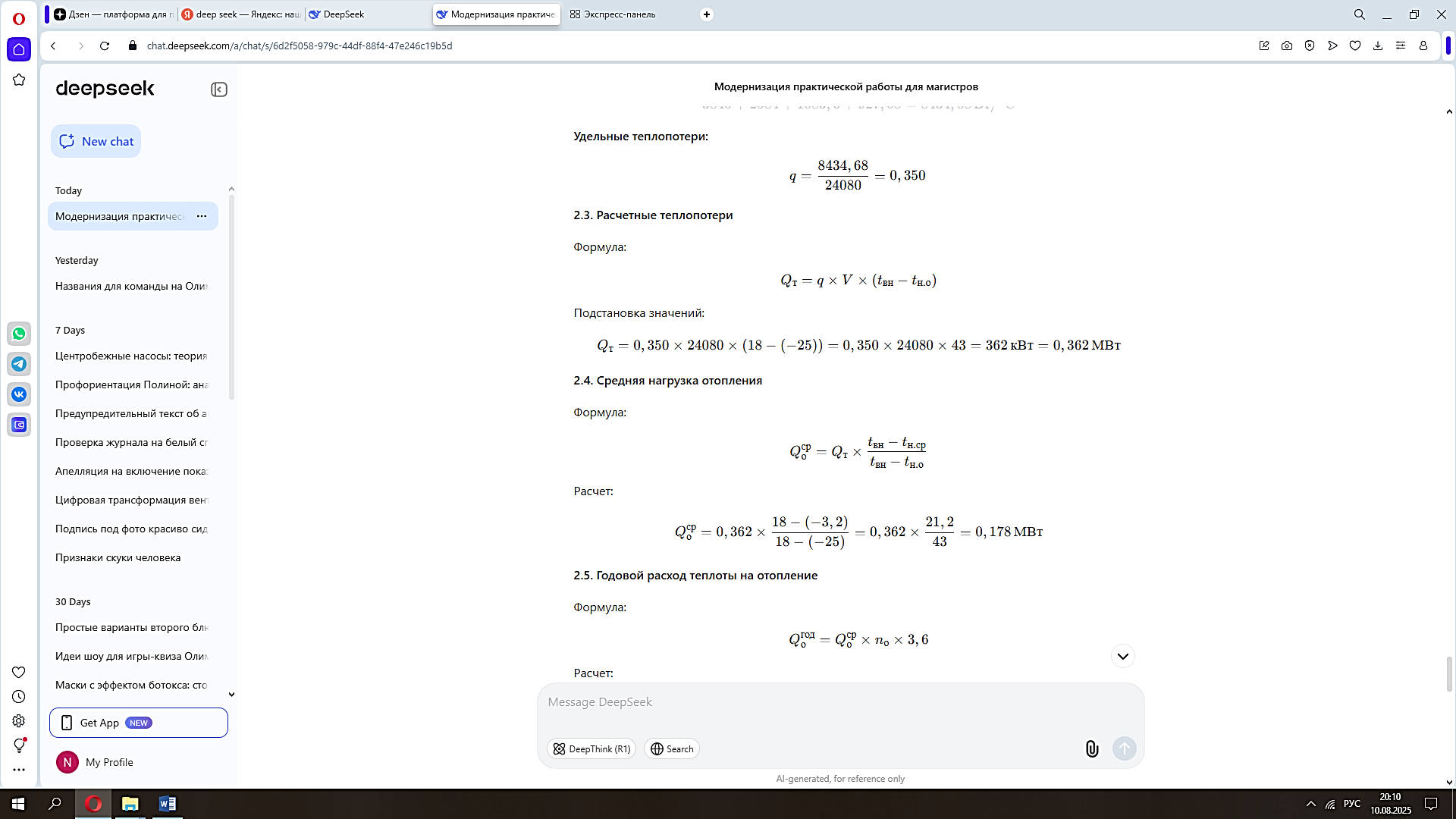
**3.3. Расчетные теплопотери**

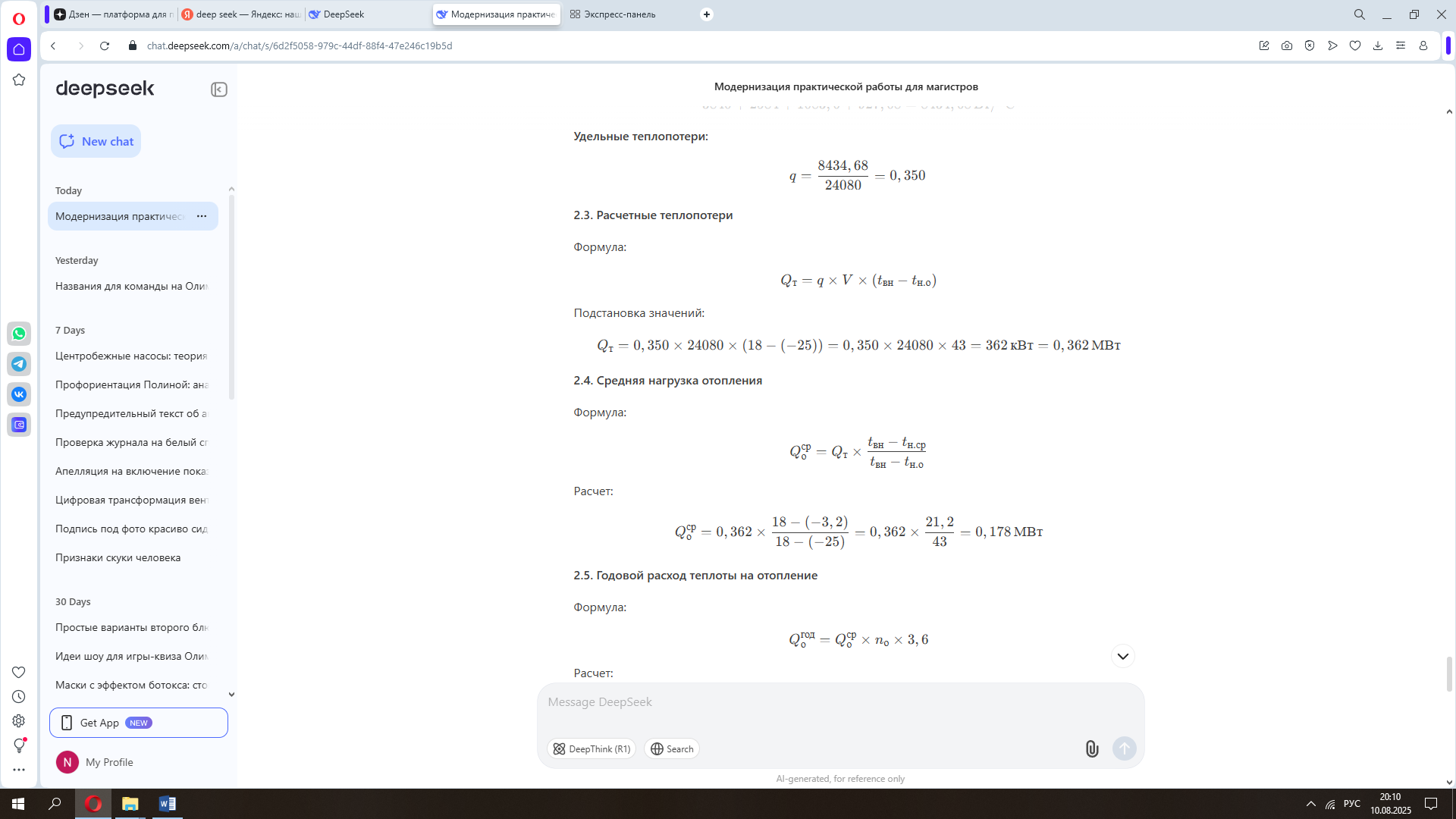
Qт=q×V×(tвн−tн.о)

*Q*т​=0,350×24080×(18−(−25))=0,350×24080×43=362кВт=0,362МВт

#### 3.4 Средняя нагрузка отопления

Формула:





**3.5. Годовой расход теплоты на отопление**

Qогод=Qоср×nо×3,6

*Q*огод​=0,178×4920×3,6=3154 ГДж/год

**3.6. Годовой расход теплоты на ГВС**

Суточный расход тепла:

Qсут=376×105×4,187×(60−5)×10−6=9,09 ГДж/сут

Зимний период (вода 5°C):

Qзима=9,09×205=1863 ГДж

Летний период (вода 15°C):

Qлето=376×105×4,187×(60−15)×10−6×145=1078 ГДж

Суммарный годовой расход:

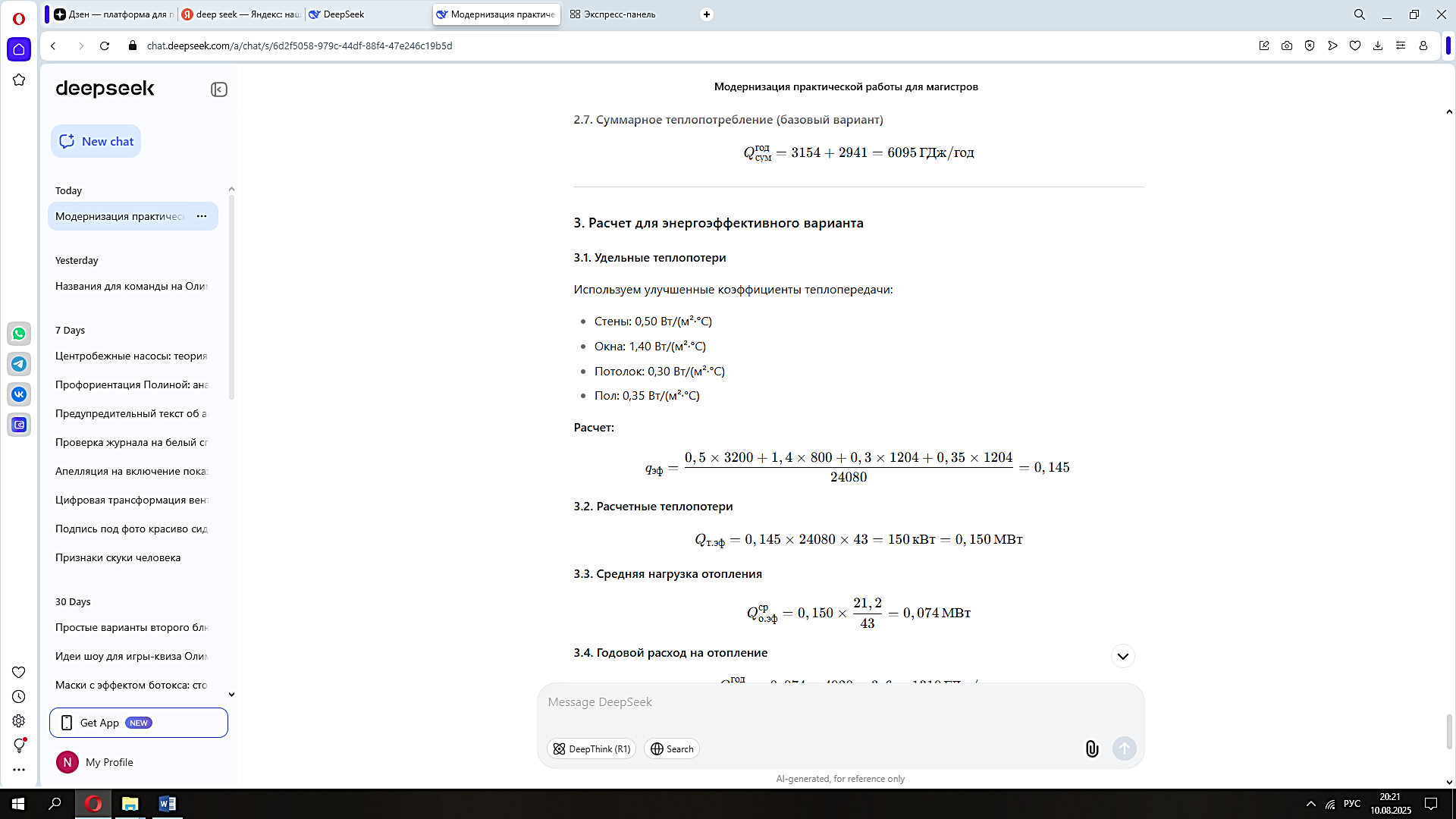
Qгвсгод=1863+1078=2941 ГДж/год

**3.7. Суммарное теплопотребление (базовый вариант без энергоэффективных технологий)**

*Q*сумгод​=3154+2941=6095ГДж/год

**4. Пример расчета теплопотерь здания (энергоэффективный вариант)**

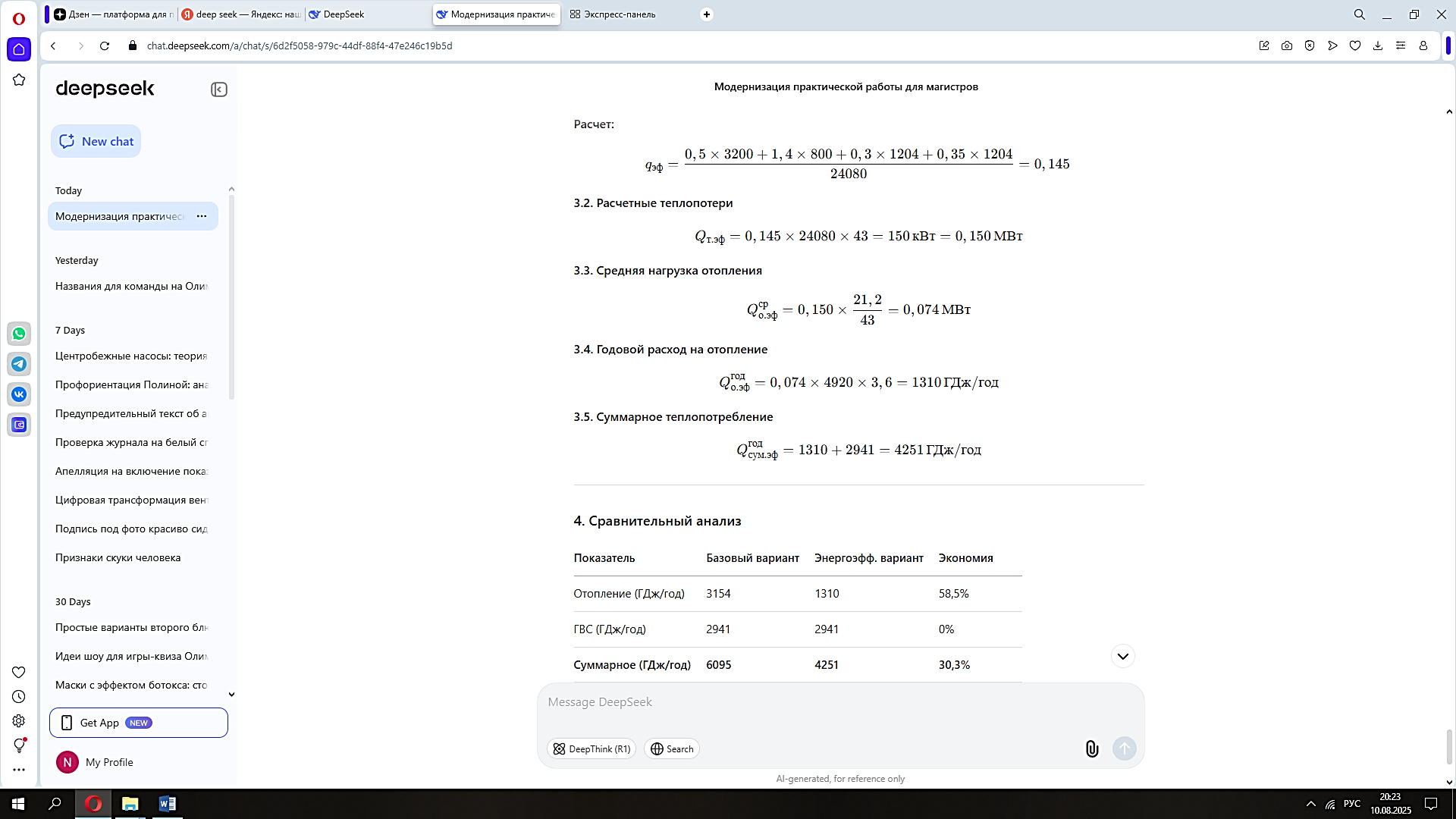
**4.1. Удельные теплопотери с улучшенной изоляцией**



**4.2. Расчетные теплопотери**

*Q*т.эф​=0,145×24080×43=150 кВт=0,150 МВт

#### 4.3. Средняя нагрузка отопления



**4.4 Годовой расход теплоты на отопление**

*Q*о.эф год​=0,074×4920×3,6=1310 ГДж/год

**4.5. Суммарное теплопотребление (энергоэффективный вариант)**

*Q*сум.эф год​=1310+2941=4251 ГДж/год

**5. Сравнительный анализ**

| Показатель | Базовый вариант | Энергоэфф. вариант | Экономия |
| --- | --- | --- | --- |
| Отопление (ГДж/год) | 3154 | 1310 | 58,5% |
| ГВС (ГДж/год) | 2941 | 2941 | 0% |
| Суммарное (ГДж/год) | 6095 | 4251 | 30,3% |

**Вывод:**  
Применение энергоэффективных технологий позволяет снизить годовое теплопотребление на 30,3%, при этом основная экономия достигается за счет сокращения затрат на отопление. Для ГВС экономия возможна только при установке теплонасосов или солнечных коллекторов, что не рассматривалось в данном расчете.

**Выполнение работы**

Работу следует выполнять в тонкой тетради для контрольных работ. Выполненную работу необходимо зарегистрировать на кафедре в ауд.21-406 и сдать на проверку. Для выполнения контрольной работы необходимо получить у преподавателя свой вариант исходных данных. Работа, выполненная не по своему варианту, к проверке не принимается.

Расчет по своему варианту произвести по образцу. Сделать сравнительный анализ и вывод. После контрольной работы письменно ответить на контрольные вопросы.

Таблица - Исходные данные по вариантам

| Вариант | Длина м | Ширина м | Высота м | kст  баз./эфф. Вт/(м²·°C) | kок  баз./эфф Вт/(м²·°C) | kпт  баз./эфф. Вт/(м²·°C) | kпл  баз./эфф Вт/(м²·°C) |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 90 | 15 | 30 | 1,2 / 0,5 | 3,2 / 1,4 | 0,9 / 0,3 | 0,77 / 0,35 |
| 2 | 77 | 13 | 22 | 1,1 / 0,45 | 3,0 / 1,2 | 0,85 / 0,28 | 0,72 / 0,32 |
| 3 | 85 | 16 | 28 | 1,3 / 0,55 | 3,5 / 1,6 | 0,95 / 0,35 | 0,82 / 0,38 |
| 4 | 68 | 12 | 24 | 1,0 / 0,42 | 2,8 / 1,1 | 0,8 / 0,25 | 0,68 / 0,30 |
| 5 | 95 | 18 | 32 | 1,4 / 0,6 | 3,6 / 1,7 | 1,0 / 0,4 | 0,85 / 0,4 |
| 6 | 82 | 14 | 26 | 1,25 / 0,52 | 3,3 / 1,5 | 0,92 / 0,33 | 0,78 / 0,36 |
| 7 | 88 | 17 | 29 | 1,35 / 0,58 | 3,4 / 1,55 | 0,97 / 0,37 | 0,81 / 0,39 |
| 8 | 72 | 11 | 20 | 0,95 / 0,4 | 2,7 / 1,0 | 0,75 / 0,22 | 0,65 / 0,28 |
| 9 | 105 | 20 | 35 | 1,5 / 0,65 | 3,8 / 1,8 | 1,1 / 0,45 | 0,9 / 0,45 |
| 10 | 78 | 15 | 25 | 1,15 / 0,48 | 3,1 / 1,3 | 0,88 / 0,3 | 0,75 / 0,34 |

**Контрольные вопросы**

1. Перечислить основные принципы энергоэффективности в строительстве.
2. Как снижение коэффициентов теплопередачи ограждающих конструкций влияет на теплопотери здания?
3. Почему при расчете ГВС учитывается сезонное изменение температуры холодной воды?
4. Какие современные материалы и технологии используются для повышения энергоэффективности зданий?
5. Почему удельные теплопотери выражаются в Вт/(м³·°C), а не в Вт/м²?
6. Как коэффициент остекления влияет на баланс теплопотерь через окна и стены?
7. Какие дополнительные меры можно предложить для снижения энергопотребления на ГВС?
8. Как изменение климатических параметров (например, повышение средней зимней температуры) повлияет на эффективность энергосберегающих мероприятий?
9. Почему при выборе утеплителя важно учитывать не только его теплопроводность, но и долговечность, паропроницаемость и экологичность?

**Список информационных источников**

1. **СП 50.13330.2024**"Тепловая защита зданий" (актуализированная редакция СНиП 23-02-2003). - М.: ФАУ "ФЦС", 2024. - 98 с.
2. Ушаков В.А., Иванов В.А. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ // Вестник науки №2 (59) том 4. С. 328 - 341. 2023 г. ISSN 2712-8849 // Электронный ресурс: https://www.вестник-науки.рф/article/7411 (дата обращения: 26.08.2025 г.)