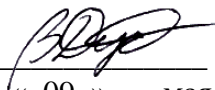



**ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»**

Факультет компьютерных наук
Департамент программной инженерии

СОГЛАСОВАНО
Доцент департамента
программной инженерии
факультета компьютерных наук
канд.техн.наук
 В. А. Дударев
« 09 » _____ мая _____ 2022 г.

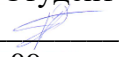
УТВЕРЖДАЮ
Академический руководитель
образовательной программы
«Программная инженерия»
профессор департамента программной
инженерии, канд. техн. наук
 В. В. Шилов
« 09 » _____ мая _____ 2022 г.

**ВЕБ-СЕРВИС ДЛЯ РАБОТЫ С БАЗОЙ ДАННЫХ ПО СВОЙСТВАМ
ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ**

Пояснительная записка

ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ

RU.17701729.05.15-01 81 01-1-ЛУ

Исполнитель
Студент группы БПИ 208
 Родионов А. А.
« 09 » _____ мая _____ 2022 г.

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. Инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	RU.17701729.05.15-01 81 01-1-ЛУ

Москва 2022

УТВЕРЖДЕН
RU.17701729.05.15-01 81 01-1-ЛУ

**ВЕБ-СЕРВИС ДЛЯ РАБОТЫ С БАЗОЙ ДАННЫХ ПО СВОЙСТВАМ
ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ**

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

RU.17701729.05.15-01 81 01-1-ЛУ

Листов: 30

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1-ЛУ				

Москва 2022

Оглавление

1. ВВЕДЕНИЕ.....	2
1.1. Наименование программы.....	2
1.2. Документы, на основании которых ведется разработка	2
2. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	3
2.1. Назначение программы.....	3
2.1.1. Функциональное назначение программы	3
2.1.2. Эксплуатационное назначение программы	3
2.2. Краткая характеристика области применения	3
3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	4
3.1. Постановка задачи на разработку программы	4
3.2. Описание алгоритма и функционирования программы	5
3.2.1. Общий алгоритм работы программы	Error! Bookmark not defined.
3.2.2. Алгоритм работы веб-сервиса	7
3.2.3. Алгоритм работы веб-приложения	9
3.3. Описание и обоснование выбора метода организации входных и выходных данных	15
3.3.1. Описание метода организации входных данных.....	15
3.3.2. Обоснование метода организации входных данных	16
3.3.3. Описание метода организации выходных данных.....	16
3.3.4. Обоснование метода организации выходных данных	16
3.4. Описание и обоснование выбора метода выбора технических и программных средств	16
3.4.1. Описание метода выбора технических и программных средств	16
3.4.2. Обоснование метода выбора технических и программных средств	17
4. ОЖИДАЕМЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ	18
4.1. Ориентировочная экономическая эффективность	18
4.2. Предполагаемая потребность	18
4.3. Экономические преимущества разработки по сравнению с отечественными и зарубежными аналогами	18
5. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	20
ПРИЛОЖЕНИЕ 1.....	23
ПРИЛОЖЕНИЕ 2.....	25

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1-ЛУ				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Наименование программы

Наименование программы на русском языке: «Веб-сервис для работы с базой данных по свойствам химических элементов».

Наименование программы на английском языке: «Web service for database on chemical elements properties».

1.2. Документы, на основании которых ведется разработка

Учебный план подготовки бакалавров по направлению 09.03.04 «Программная инженерия» и утвержденная академическим руководителем программы тема курсового проекта.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1-ЛУ				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

2. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

2.1. Назначение программы

2.1.1. Функциональное назначение программы

Программа позволяет выполнять запросы на получение одного или нескольких свойств химических элементов периодической таблицы Менделеева. Кроме того, она отображает ссылки на источники, из которых берутся данные, позволяет экспортировать сформированные таблицы, а для некоторых характеристик изменить единицу измерения. Таким образом сервис реализует удобный и подробный справочник характеристик химических элементов, с помощью указания подробностей и вида запроса.

2.1.2. Эксплуатационное назначение программы

На момент создания программы не было найдено удобного и понятного веб-сервиса, который предоставлял бы пользователю возможность организовывать запросы и получать различную информацию о свойствах химических элементов в разных режимах. Аналог, взятый за основу разработки – веб-приложение «Elements» [1], использует старые технологии разработки, имеет неудобный интерфейс и периодически работает некорректно, завершаясь аварийно.

Разрабатываемая программа должна разрешить эту проблему, заменив предшествующий вариант новым высокотехнологичным аналогом. Онлайн-сервис, позволит организовать запросы о свойствах химических элементов к базе данных, благодаря интуитивно понятному интерфейсу и режиму работы вопрос-ответ приложение сможет предоставлять пользователю подробную информацию об интересующих его элементах и их характеристиках, облегчив поиск.

2.2 Краткая характеристика области применения

Программа может быть использована в областях органической и неорганической химии, физики, биологии или медицины для определения свойств элементов периодической таблицы Менделеева, или служить информационным справочником для научных работ, что может быть полезно для специалистов из вышеуказанных областей или научных сотрудников и студентов учебных заведений с углубленным изучением химии.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1-ЛУ				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

3.1. Постановка задачи на разработку программы

Разрабатываемую программу можно разделить на две самостоятельные части – серверную (RESTful Web API веб-сервис) и клиентскую (браузерное веб-приложение). Каждая часть должна обладать следующим функционалом:

Сервис Web API:

- Обработка получаемого запроса в API-контроллере
- Преобразование полученного запроса в запрос к базе данных и обращение к ней
- Сериализация данных в формат Json [2] и отправка в качестве ответа на запрос
- На каждый режим работы клиентской части API должен иметь один или несколько методов, из которых можно было бы получать запрашиваемые данные.

Клиентское приложение:

- Получение всех свойств выбранного из интерактивной таблицы Менделеева элемента;
- Получение значений выбранных свойств выбранного из интерактивной таблицы Менделеева элемента;
- Получение значений выбранных свойств для всех элементов таблицы Менделеева;
- Получение рекомендуемых значений выбранных свойств всех элементов таблицы.
- Получение списка элементов таблицы Менделеева, для которых значения выбранных свойств лежат в указанных диапазонах
- Экспортирование данных в формате CSV [3] (для рекомендуемых значений)
- Изменение настроек для работы с доступными единицами измерения

Блок-схемы, описывающие алгоритмы работы и приложения и взаимодействия веб-приложения и веб-сервиса в разных режимах работы можно посмотреть на рисунках 1–5.

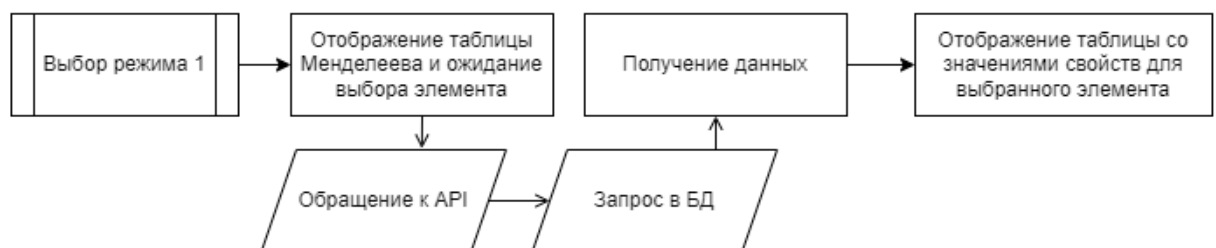


Рисунок 1. Режим работы пользователя №1

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1-ЛУ				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

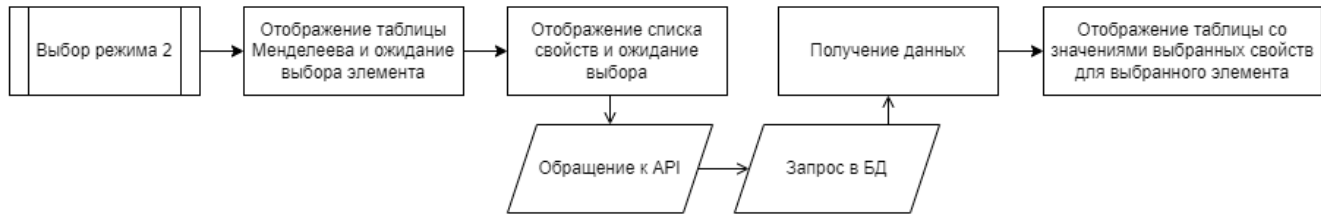


Рисунок 2. Режим работы пользователя №2



Рисунок 3. Режим работы пользователя №3



Рисунок 4. Режим работы пользователя №4



Рисунок 5. Режим работы пользователя №5

3.2. Описание алгоритма и функционирования программы

Приложение написано на языке C# 10.0 [4] с использованием фреймворка .NET Core 6.0 [5]. Для веб-приложения использована архитектура MVC [6], для веб-сервиса RESTful Web API [7]. Для верстки веб-страниц Razor Pages [8] используется фреймворк Bootstrap [9], язык разметки HTML5 [10] с использованием CSS [11] и JavaScript ES6 [12] с Ajax запросами [13]. Работа с базой данных осуществляется с помощью Microsoft SQL Server [14] и Microsoft SQL Server Management Studio [15].

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1-ЛУ				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

3.2.2. Алгоритм работы веб-сервиса и базы данных

Веб-сервис следует архитектурному стилю REST и, как и веб-приложение, использует SOLID принципы проектирования [16]. В коде реализованы основные GET-запросы для получения информации из базы данных: получение свойств, элементов, единиц измерения и литературной информации, а также методы для получения данных для каждого из пяти пользовательских режимов. В библиотеке классов представлены основные сущности для работы программы – интерфейс IProperty, а также классы Property и RProperty (свойство и свойство ионного радиуса), Unit (единица измерения) и Element (химический элемент). В коде программы используется принцип Dependency Injection (внедрение зависимостей) а также паттерн «Репозиторий», что обеспечивает масштабируемость и облегчает процесс изменения кода в будущем. В программе представлены интерфейс IPropertyRepository и его реализация PropertyRepository, который с помощью контекста базы данных DapperContext устанавливает взаимодействие с базой. Для работы запросов и получения данных используется пакет Dapper [17]. Таким образом контроллер, обрабатывая запросы пользователя вызывает нужные методы репозитория, получает данные, сериализует их в формат Json и отправляет в качестве ответа.

В готовой базе данных phases используются следующие готовые и добавленные таблицы:

- Properties – таблица значений всех базовых свойств (Property.cs)
- S11, S12, S13, S14, S15 – таблицы значений всех свойств ионного радиуса (RProperty.cs)
- PropertiesNames – таблица названий свойств
- rUnits, rPropUnit – добавленные таблицы для корректной работы с единицами измерения
- xElements – таблица химических элементов

Для каждого пользовательского режима идейно используются следующие алгоритмы построения запросов к базе:

1. Получение всех свойств выбранного из интерактивной таблицы Менделеева элемента:
 - Выбрать все необходимые данные для класса Property (свойства) из нескольких таблиц для конкретного элемента (Id передается в качестве параметра)
2. Получение значений выбранных свойств выбранного из интерактивной таблицы Менделеева элемента
 - Выбрать конкретные свойства конкретного элемента (Id свойств и элемента передаются в качестве параметра)
3. Получение значений выбранных свойств для всех элементов таблицы Менделеева;

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1-ЛУ				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

- Выбрать все значения конкретных свойств для всех элементов (Id свойств передаются в качестве параметра)
4. Получение рекомендуемых значений выбранных свойств всех элементов таблицы Менделеева.
- Выбрать все значения конкретных свойств для всех элементов, для которых в базе стоит отметка рекомендации (Id свойств передаются в качестве параметра)
5. Получение списка элементов таблицы Менделеева, для которых значения выбранных свойств лежат в указанных диапазонах
- Выбрать только те рекомендованные свойства, значение которых лежит в заданном диапазоне (Id свойств и диапазоны для них передаются в качестве параметра)

Примеры SQL-запросов для разных режимов работы представлены на рисунках 7–9.

```
string RIField = riPropIds.Contains(propId) ? ", Charge" : "";
string RIShanonField = propId == "S15" ? ", CN" : "";
string query = $"SELECT pr.NProp as Id, Symbol as ElementSymbol, PropertyName as Name, Value, Unit, Comments,
Nref as Reference{RIField}{RIShanonField} FROM [phases].[dbo].[{propId}] pr
INNER JOIN [phases].[dbo].[PropertiesNames] pn ON pr.Nprop = pn.PropertyNumber
INNER JOIN (SELECT NProp, Unit1 as Unit from [phases].[dbo].[rPropUnit]
INNER JOIN [phases].[dbo].[rUnits] ON UnitId = Id) as u ON pr.Nprop = u.NProp
WHERE Symbol = (SELECT Elem FROM xElements el WHERE el.Id = @Id) ORDER BY Name";
```

Рисунок 7. Запрос для получения всех свойств элемента (режим №1)

```
string tableFrom = "Properties";
string RIField = "";
string RIShanonField = propId == "S15" ? ", CN" : "";
if (riPropIds.Contains(propId))
{
    tableFrom = propId;
    RIField = ", Charge";
}

string query = $"SELECT pr.NProp as Id, Symbol as ElementSymbol, PropertyName as Name, Value, Unit, Comments,
Nref as Reference{RIField}{RIShanonField} FROM [phases].[dbo].[{tableFrom}] pr
INNER JOIN [phases].[dbo].[PropertiesNames] pn ON pr.Nprop = pn.PropertyNumber
INNER JOIN (SELECT NProp, Unit1 as Unit from [phases].[dbo].[rPropUnit]
INNER JOIN [phases].[dbo].[rUnits] ON UnitId = Id) as u ON pr.Nprop = u.NProp
WHERE pr.NProp = @propId AND Symbol = (SELECT Elem FROM xElements el WHERE el.Id = @elemId)";
```

Рисунок 8. Запрос для получения выбранного свойства выбранного элемента (режим №2)

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1-ЛУ				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

```

string tableFrom = "Properties";
string RIField = "";
string RISHanonField = propId == "S15" ? ", CN" : "";
string queryRec = isRecomended ? " AND Rec = 1" : "";
string queryLeft = left.HasValue ? $" AND Value >= {left.Value.ToString(CultureInfo.InvariantCulture)}" : "";
string queryRight = right.HasValue ? $" AND Value <= {right.Value.ToString(CultureInfo.InvariantCulture)}" : "";
if (riPropIds.Contains(propId))
{
    tableFrom = propId;
    RIField = ", Charge";
}

string query = $"SELECT pr.NProp as Id, Symbol as ElementSymbol, PropertyName as Name, Value, Unit, Comments,
Nref as Reference, el.Id as ElId{RIField}{RISHanonField} FROM [phases].[dbo].[{tableFrom}] pr
INNER JOIN [phases].[dbo].[PropertiesNames] pn ON pr.Nprop = pn.PropertyNumber
INNER JOIN (SELECT NProp, Unit1 as Unit from [phases].[dbo].[rPropUnit]
INNER JOIN [phases].[dbo].[rUnits] ON UnitId = Id) as u ON pr.Nprop = u.NProp
INNER JOIN [phases].[dbo].[xElements] el ON el.Elem = pr.Symbol
WHERE (pr.NProp = @propId){queryRec}{queryLeft}{queryRight} order by ElId";

```

Рисунок 9. Получение значений заданного свойства с возможностью отбора только рекомендованных значений и указания диапазона значений (режимы №2, 3, 4)

Также основные методы репозитория тестируются в отдельном проекте ElementsTest. Подробнее про методы тестирования и испытания можно прочитать в настоящем документе «Веб-сервис для работы с базой данных по свойствам химических элементов. Программа и методика испытаний».

3.2.3. Алгоритм работы веб-приложения

Веб-приложение использует архитектуру MVC (Model-View-Controller) и взаимодействует с API через HTTP-запросы. Действия пользователя обрабатываются в контроллерах, затем вызываются необходимые методы взаимодействия с сервисом, полученные данные из API десериализуются в объекты и передаются в представления в виде моделей (Model) или моделей представления (ViewModel). В код Razor страниц встраиваются необходимые данные, к ним применяются стили CSS, а действия пользователя отслеживаются JavaScript функциями. Результат передается в браузер и отображается у клиента. Для хранения настроек и некоторых данных в программе используется пользовательская сессия (Session) с встроенными контейнерами данных (TempData). Использование этих технологий обусловлено тем, что некоторые данные клиента (например, настройки выбранных единиц измерения) или объекты в программе (например, сформированная таблица для экспорта) необходимо все же хранить в программе, однако, чтобы не нарушать один из принципов REST «Протокол без состояния» (Stateless protocol) [18], указанные данные хранятся в сессии клиента.

Для каждого режима работы пользователя идейно используются следующие алгоритмы:

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1-ЛУ				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Примеры скриншотов работы можно посмотреть на рисунках 10–19.

1. Первый запуск и обращение пользователя к сервису (главной странице):

- Обращение к веб-сервису, получение списка всех свойств с информацией об Id, названии и единицы измерения свойства, списка всех элементов таблицы, списка всех пар конвертируемых единиц измерения.
- Построение таблицы Менделеева на основе полученных данных (класс TableWorker), а также инициализация настроек в сессии клиента.

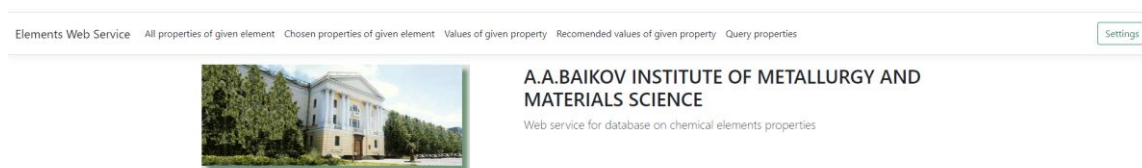
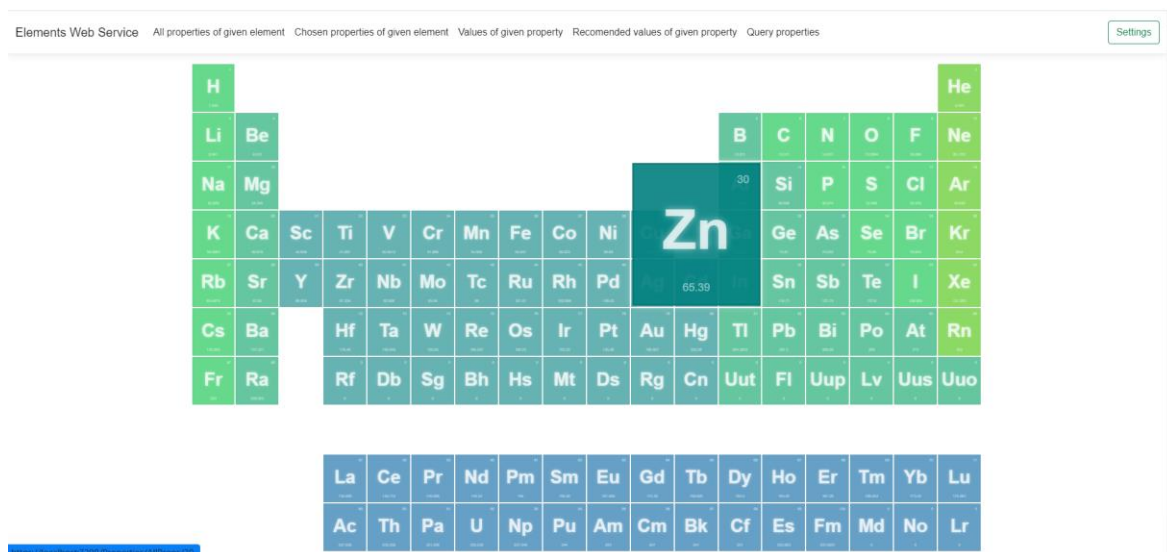


Рисунок 10. Главная страница сайта

2. Получение всех свойств выбранного из интерактивной таблицы Менделеева элемента

- Отображение страницы с построенной таблицей и ожидание выбора элемента
- Отображение результирующей таблицы со всеми свойствами выбранного элемента



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1-ЛУ				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Рисунок 11. Интерактивная таблица Менделеева

Elements Web Service All properties of given element Chosen properties of given element Values of given property Recommended values of given property Query properties Settings

Properties of Zn:

Property Name	Value	Unit	Comments	Reference
ΔH interface M in O (Miedema)	-348	(kJmol ⁻¹)		13823
ΔH interface O in M (Miedema)	-348	(kJmol ⁻¹)		13823
ΔH interface S in M	-206	(kJmol ⁻¹)		13823
Δinterface M in S (Miedema)	-206	(kJmol ⁻¹)		13823
γ-free electron to specific heat	0.64	(mJmol ⁻¹ K ⁻²)		13823
Atomic concentration	6.55	(10 ²³ m ⁻³)		13823
Atomic electron scattering factor at 0.5	1.49			13823
Atomic environment number (Villars, Daams)	12			13823
Atomic number start counting left top, left-right sequence	30			13823
Atomic weight	65.39	(10 ⁻³ kg)		13823
Atomic weight	65.409	(10 ⁻³ kg)		14358
Boiling temperature	1180	(K)		13823
Boiling temperature	1183	(K)		19178
Bulk modulus	69.4	(GPa)		13823
Charge nuclear effective (Clementi)	5.97			13823
Chemical potential (Miedema)	4.1			13823
Compression modulus	0.598	(GPa)		13823
Conductivity electrical	16.4	(10 ⁴ Ohm ⁻¹ cm ⁻¹)		13823
Conductivity thermal	116	(Jmol ⁻¹ K ⁻¹)		13823

Рисунок 12. Пример таблицы со свойствами элемента

3. Получение значений выбранных свойств выбранного из интерактивной таблицы Менделеева элемента

- Отображение страницы с построенной таблицей Менделеева и ожидание выбора элемента (Рисунок 11)
- Отображение списка всех доступных свойств и ожидание выбора одного или нескольких свойств из отображенного списка
- Отображение итоговой таблицы с выбранными свойствами выбранного элемента (Рисунок 12)

Elements Web Service All properties of given element Chosen properties of given element Values of given property Recommended values of given property Query properties Settings

Choose properties:

- ☐ ΔH interface M in O (Miedema)
- ☒ ΔH interface O in M (Miedema)
- ☐ ΔH interface S in M
- ☐ Δinterface M in S (Miedema)
- ☐ γ-free electron to specific heat
- ☒ Atomic concentration
- ☐ Atomic electron scattering factor at 0.5
- ☐ Atomic environment number (Villars, Daams)
- ☐ Atomic number start counting left top, left-right sequence
- ☒ Atomic weight
- ☐ Boiling temperature
- ☐ Bulk modulus
- ☒ Charge nuclear effective (Clementi)
- ☐ Chemical potential (Miedema)
- ☐ Compression modulus
- ☐ Conductivity electrical
- ☒ Conductivity thermal
- ☐ Debye temperature
- ☐ Density
- ☐ Distance to core electron (Schubert)
- ☐ Distance to valence electron (Schubert)
- ☐ Electrochemical weight equivalent
- ☒ Electron affinity
- ☐ Electronegativity (Alfred-Rochow)
- ☐ Electronegativity (Martynov&Batsanov)
- ☒ Electronegativity (Pauling)
- ☐ Electronegativity absolute
- ☒ Energy cohesive (Brewer)
- ☐ Energy of ionization (first)
- ☐ Energy of ionization (second)
- ☐ Energy of ionization (third)
- ☐ Enthalpy of atomization

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1-ЛУ				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Рисунок 13. Пример интерактивного списка для выбора свойств

4. Получение значений выбранных свойств для всех элементов таблицы Менделеева

- Отображение списка всех доступных свойств и ожидание выбора одного или нескольких свойств из отображенного списка (Рисунок 13)
- Отображение выпадающего списка с названиями выбранных свойств и результирующей таблицы со всеми значениями для всех элементов выбранного из выпадающего списка свойства

The screenshot shows the 'Elements Web Service' interface. At the top, there are navigation tabs: 'All properties of given element', 'Chosen properties of given element', 'Values of given property', 'Recommended values of given property', and 'Query properties'. The 'Values of given property' tab is active. Below the tabs, there is a search bar with 'Debye temperature' entered and a 'Change properties' button. The main content area displays a table titled 'Values of Debye temperature (K):'. The table has four columns: 'Element', 'Value', 'Comments', and 'Reference'. The 'Value' column contains numerical values for Debye temperature in Kelvin for elements from Hydrogen (H) to Argon (Ar). The 'Reference' column contains a link to the NIST database (13823) for each element.

Element	Value	Comments	Reference
H	0		13823
He	0		13823
Li	344		13823
Be	1440		13823
B	0		13823
C	2230		13823
N	0		13823
O	0		13823
F	0		13823
Ne	75		13823
Na	158		13823
Mg	400		13823
Al	428		13823
Si	645		13823
P	0		13823
S	0		13823
Cl	0		13823
Ar	92		13823

Рисунок 14. Пример таблицы значений выбранного из интерактивного списка свойства

5. Получение рекомендуемых значений выбранных свойств всех элементов таблицы Менделеева

- Отображение списка всех доступных свойств и ожидание выбора одного или нескольких свойств из отображенного списка (Рисунок 13)
- Отображение результирующей таблицы рекомендованных значений, где по столбцам стоят названия свойств, по строкам символы элементов, а в ячейках находятся рекомендованные значения, а также кнопки для экспорта таблицы в формате CSV

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1-ЛУ				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Elements Web Service All properties of given element Chosen properties of given element Values of given property Recommended values of given property Query properties Settings

Recommended values:

Export as CSV

Element	ΔH interface S in M	Atomic weight	Boiling temperature (K)	Chemical potential (Miedema)	Debye temperature (K)	Density	Electronegativity (Pauling)	Energy of ionization (second)	RadII ionic (Pauling)	RadII ionic (Shannon)	RadII metal (Waber)
H	0	1.008	20,28	5.2	0	76	2.1	0	2.08	-0.38	0.78
He	0	4.003	4,22	0	0	124.8	0	5250	0	0	0.8
Li	-447	6,941	1613	2.85	344	534	1	7298	0.6	0.59	1.562
Be	-234	9,012	2744	5.05	1440	1847,7	1.5	1757	0.31	0.16	1.128
B	-83	10,811	3931	5.3	0	2340	2	2427	0.2	0.01	0.98
C	0	12,0107	5100	6.24	2230	3513	2.5	2353	0.15	-0.08	0.916
N	0	14,0067	77,4	6.86	0	1026	3	2856	0.11	0.16	0.88
O	0	15,9994	90,19	0	0	2000	3.5	3388	0.09	1.35	0.89
F	0	18,998	85,01	0	0	1516	4	3374	0.07	0.08	0.75
Ne	0	20,1797	27,1	0	75	1444	0	3952	0	0	0.7
Na	-375	22,989	1156,1	2.7	158	971	0.9	4562	0.95	0.99	1.911
Mg	-352	24,305	1363	3.45	400	1738	1.2	1451	0.65	0.57	1.602
Al	-242	26,982	2792	4.2	428	2698	1.5	1817	0.5	0.39	1.432
Si	-160	28,0855	3533	4.7	645	2329	1.8	1577	0.41	0.26	1.319
P	-75	30,974	553	5.55	0	1820	2.1	1903	0.34	0.44	1.28
S	0	32,066	717,82	0	0	2070	2.5	2251	0.29	0.37	1.27

Рисунок 15. Пример таблицы рекомендованных значений

props_637879632828542577.csv – Блокнот

Файл Правка Формат Вид Справка

Element,"ΔH interface S in M ","Atomic weight ","Boiling temperature (K),Chemical potential (Miedema),Debye temperature (K),"Density ","Electronegativity (Pauling),"Energy of ionization (second) ","RadII ionic (Pauling) ","RadII ionic (Shannon) ","RadII metal (Waber) "

H,0,1.008,20.28,5.2,0,76,2.1,0,2.08,-0.38,0.78

He,0,4.003,4.22,0,0,124.8,0,0,5250,0,0,0.8

Li,-447,6.941,1613,2.85,344,534,1,7298,0.6,0.59,1.562

Be,-234,9.012,2744,5.05,1440,1847.7,1.5,1757,0.31,0.16,1.128

B,-83,10.811,3931,5.3,0,2340,2,2427,0.2,0.01,0.98

C,0,12.0107,5100,6.24,2230,3513,2.5,2353,0.15,-0.08,0.916

N,0,14.0067,77.4,6.86,0,1026,3,2856,0.11,0.16,0.88

O,0,15.9994,90.19,0,0,2000,3.5,3388,0.09,1.35,0.89

F,0,18.998,85.01,0,0,1516,4,3374,0.07,0.08,0.75

Ne,0,20.1797,27.1,0,75,1444,0,3952,0,0,0,0.7

Na,-375,22.989,1156.1,2.7,158,971,0.9,4562,0.95,0.99,1.911

Mg,-352,24.305,1363,3.45,400,1738,1.2,1451,0.65,0.57,1.602

Al,-242,26.982,2792,4.2,428,2698,1.5,1817,0.5,0.39,1.432

Si,-160,28.0855,3533,4.7,645,2329,1.8,1577,0.41,0.26,1.319

P,-75,30.974,553,5.55,0,1820,2.1,1903,0.34,0.44,1.28

S,0,32.066,717.82,0,0,2070,2.5,2251,0.29,0.37,1.27

Cl,0,35.453,238.6,0,0,2030,3,2297,0.26,0.12,0.91

Ar,0,39.948,87.3,0,92,1656,0,2666,0,0,0,0.8

K,-429,39.0983,1047,2.25,91,862,0.8,3051,1.33,1.37,2.376

Ca,-476,40.078,1757,2.55,230,1550,1.145,0.98,1.1,974

Sc,-390,44.956,3104,3.25,360,2989,1.3,1235,0.81,0.745,1.941

Ti,-272,47.867,3560,3.8,420,4540,1.5,1310,0.69,0.86,1.462

V,-322,50.9415,3650,4.25,380,6110,1.6,1414,0.66,0.79,1.346

Cr,-155,51.9961,2945,4.65,630,7190,1.6,1592,0.64,0.8,1.36

Mn,-214,54.938,2334,4.45,410,7440,1.5,1509,0.8,0.66,1.304

Fe,-100,55.847,3023,4.93,470,7874,1.8,1561,0.75,0.64,1.274

Co,-106,58.933,3143,5.1,445,8900,1.9,1646,0.72,0.58,1.252

Ni,-108,58.6934,3005,5.2,450,8902,1.9,1753,0.69,0.55,1.246

Cu,-81,63.546,2840,4.45,343,8960,1.9,1958,0.96,0.46,1.278

Zn,-206,65.409,1180,4.1,327,7133,1.6,1733,0.74,0.6,1.394

Ga,-252,69.723,2676,4.1,320,5907,1.6,1979,0.62,0.47,1.411

Ge,-78,72.64,3103,4.55,374,5323,1.8,1537,0.53,0.73,1.369

As,-72,74.921,889,4.8,282,5780,2,1798,0.47,0.58,1.39

Se,0,78.96,958.1,0,90,4790,2.4,2045,0.42,0.5,1.4

Br,0,79.904,331.9,0,0,4050,2.8,2103,0.39,0.59,1.17

Kr,0,83.798,120.85,0,72,2823,0,2350,0,0,0.95

Rb,-348,85.4678,961,2.1,56,1542,0.8,2632,1.48,1.52,2.546

Sr,-452,87.62,1657,2.4,147,2540,1.1064,1.13,1.36,2.151

Y,-482,88.906,3611,3.2,280,4469,1.2,1181,0.93,0.9,1.801

Zr,-340,91.224,4650,3.45,291,6506,1.4,1267,0.8,0.59,1.602

Nb,-177,92.906,5015,4.05,275,8570,1.6,1382,0.67,0.72,1.468

Mo,-138,95.94,4913,4.65,450,10220,1.8,1558,0.66,0.69,1.4

Tc,0,98.5150,5.3,453,11500,1.9,1472,0.645,1.36

Ru,-103,101.07,4423,5.4,600,12370,2.2,1617,0.63,0.68,1.339

Rh,-93,102.906,4000,5.4,480,12410,2.2,1744,0.665,1.345

Pd,-70,106.42,3413,5.45,274,12020,2.2,1875,0.6,0.59,1.376

Рисунок 16. Пример экспортированного в формате CSV файла

6. Получение списка элементов таблицы Менделеева, для которых значения выбранных свойств лежат в указанных диапазонах
- Отображение списка всех доступных свойств и ожидание выбора одного или нескольких свойств из отображенного списка (Рисунок 13)
 - Отображение карточек с полями для ввода диапазонов для значений каждого выбранного свойства и ожидание подтверждения

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1-ЛЮ				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

- Отображение результирующего списка карточек, в заголовке каждой находятся символ подходящего элемента, в теле находится таблица со значениями всех выбранных свойств

Elements Web Service All properties of given element Chosen properties of given element Values of given property Recommended values of given property Query properties Settings

Enter ranges:

ΔH interface O in M (Miedema) (kJmol⁻¹)

0.0 ≤ Value ≤ 0.0

Boiling temperature (K)

-1000 ≤ Value ≤ 1000

Melting temperature (K)

40 ≤ Value ≤ 0.0

Radii ionic (Goldsmidt) (Å)

0.0 ≤ Value ≤ 1.5

Radii ionic (Yagoda) (Å)

0.1 ≤ Value ≤ 0.0

Submit

Рисунок 17. Пример диапазонов выбранных свойств для запроса

Elements Web Service All properties of given element Chosen properties of given element Values of given property Recommended values of given property Query properties Settings

P		
	Value	Unit
ΔH interface O in M (Miedema)	-298	(kJmol ⁻¹)
Boiling temperature	553	(K)
Melting temperature	317	(K)
Radii ionic (Goldsmidt) [Charge = 5]	0.35	(Å)
Radii ionic (Yagoda) [Charge = 3]	0.42	(Å)
Radii ionic (Yagoda) [Charge = 5]	0.36	(Å)

As		
	Value	Unit
ΔH interface O in M (Miedema)	-218	(kJmol ⁻¹)
Boiling temperature	889	(K)
Melting temperature	1090	(K)
Radii ionic (Goldsmidt) [Charge = 3]	0.69	(Å)
Radii ionic (Yagoda) [Charge = 3]	0.56	(Å)
Radii ionic (Yagoda) [Charge = 5]	0.46	(Å)

Se		
	Value	Unit
ΔH interface O in M (Miedema)	-113	(kJmol ⁻¹)
Boiling temperature	918.1	(K)

Рисунок 18. Пример результата запроса с диапазонами

7. Изменение настроек пользователя

- Отображение списка пар конвертируемых единиц измерения и выбранных на данный момент единиц, ожидание изменения настроек и подтверждения.
- Изменение данных в программе – замена списка выбранных единиц измерения на новый и сохранения в сессию пользователя для последующей конвертации значений свойств при работе с основными режимами.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1-ЛУ				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Elements Web Service All properties of given element Chosen properties of given element Values of given property Recommended values of given property Query properties Settings

Choose settings:

☒ (pm)
☐ (Å)

☐ (K)
☒ (C)

☐ (kg*m⁻³)
☒ (g*cm⁻³)

☒ (J*mol⁻¹)
☐ (cal*mol⁻¹)

☐ (J*mol⁻¹*K⁻¹)
☒ (cal*mol⁻¹*K⁻¹)

☒ (kJ*mol⁻¹)
☐ (kcal*mol⁻¹)

☒ (mJ*m⁻²)
☐ (mcal*m⁻²)

Choose

Рисунок 19. Пример изменения настроек единиц измерения

Исходный код программы можно найти в удаленном репозитории:

<https://github.com/AlexiRod/Elements-Web-Service>

3.3. Описание и обоснование выбора метода организации входных и выходных данных

3.3.1. Описание метода организации входных данных

Входными данными являются веб-формы, заполняемые пользователем, которые преобразуются в HTTP-запросы.

Для каждой отображаемой страницы при режиме работы пользователя используются и обрабатываются следующие входные данные:

- Выбор химического элемента:
 - Интерактивная таблица Менделеева, программа определяет, какую ее ячейку выбрал пользователь.
- Выбор свойств из списка:
 - Интерактивный список со значками выбора (checkboxes), программа определяет, какие конкретно свойства отметил пользователь
- Выбор свойства из выпадающего списка

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1-ЛУ				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

- Интерактивный выпадающий список с выбранными свойствами, при изменении выбранного свойства программа определяет, какое свойство выбрал пользователь и отображает нужную таблицу
- Выбор диапазонов для значений свойств
 - Список полей, в которые пользователь вводит значения диапазонов для запроса, программа определяет, какие диапазоны указал пользователь
- Изменение настроек пользователя
 - Интерактивный список карточек со значками единственного выбора (radiobuttons), программа определяет, какие единицы измерения выбрал пользователь и изменяет настройки в сессии

3.3.2. Обоснование метода организации входных данных

Подобная организация входных данных является одной из самых простых и обеспечивает бесперебойную работу сервиса при некорректных входных данных, что отвечает требованиям технического задания.

3.3.3. Описание метода организации выходных данных

Выходными данными являются HTML-страницы с результатами запроса пользователя. Страницы генерируются с помощью технологии Razor, встраивая в верстку HTML документа данные из объектов программы, и стилизуются с помощью каскадных таблиц стилей. Подробнее о содержании выходных HTML-страниц при различных действиях пользователя можно прочитать в пункте 3.2.3 данной пояснительной записки.

3.3.4. Обоснование метода организации выходных данных

Подобная организация выходных данных является одной из самых простых, отвечает требованиям технического задания, а также следует современным технологиям и принципам создания программ.

3.4. Описание и обоснование выбора метода выбора технических и программных средств

3.4.1. Описание метода выбора технических и программных средств

Для бесперебойной работы сервиса необходимы следующие технические и программные средства:

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1-ЛУ				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Веб-сервис:

- Сервер с поддержкой IIS с минимальными характеристиками:
- Процессор с не менее чем 4 ядрами и частотой в 2 ГГц;
- Не менее 8 ГБ ОЗУ;
- Не менее 300 ГБ свободной памяти;
- Пропускная способность не менее 1 Гбит/с;

Веб-приложение:

Персональный компьютер клиента со следующими минимальными характеристиками:

- Процессор Intel Pentium 4 или выше с поддержкой SSE3
- Не менее 1 Гб ОЗУ;
- Не менее 500 Мб свободной памяти;
- ОС Windows 7 и выше;
- Бесперебойный доступ в сеть интернет;
- Браузер Google Chrome [19] с версией 94.0.4606.81 и выше
- Монитор, клавиатура, мышь;

3.4.2. Обоснование метода выбора технических и программных средств

Программа использует в качестве основного языка C# версии 10, .NET Core 6.0 как основной фреймворк и сервер IISExpress для хостинга и работы веб-приложений. Браузер клиента должен поддерживать работу протокола HTTP и рендерить верстку документов HTML5. Для бесперебойной работы сервиса и приложения сервер и браузер клиента должны соответствовать минимальным характеристикам, представленным выше.

Данный стек технологий был выбран потому, что представленные средства являются одними из самых популярных, простых и эффективных решений в своей сфере, а также используют свои последние версии.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1-ЛУ				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

4. ОЖИДАЕМЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

4.1. Ориентировочная экономическая эффективность

В рамках данной работы не предусмотрено расчета экономической эффективности.

4.2. Предполагаемая потребность

Данная программа будет полезна в сферах органической и неорганической химии, физике и медицине. Предполагаемая потребность обуславливается тем, что на данный момент не было найдено доступного и бесплатного инструмента, который решал бы поставленные задачи эффективно, удобно и быстро. Использование разрабатываемого сервиса сократит время, затрачиваемое на поиск нужных свойств химических элементов, что облегчит процесс навигации и поиска и повысит эффективность работы научных сотрудников и учащихся.

4.3. Экономические преимущества разработки по сравнению с отечественными и зарубежными аналогами

В ходе поиска и анализа аналогичных продуктов были найдены следующие похожие веб-сервисы:

1) “CharChem” [20]

- Плюсы:
 - Получение информации не только о химических элементах, но и о соединениях
 - Поисковая строка, находящая химические вещества, реакции и уравнения
 - Генерация исходного кода для программного отображения таблицы Менделеева
- Минусы:
 - Крайне малое количество информации о свойствах элемента
 - Устаревший и не очень удобный дизайн

2) “WebElements” [21]

- Плюсы:
 - Интерактивная таблица Менделеева с возможностью выбора элемента
- Минусы:
 - Малое количество информации о популярных элементах
 - Крайне малое количество информации о непопулярных элементах
 - Сырое представление текста
 - Устаревший и не очень удобный дизайн

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1-ЛУ				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

3) “Chemer” [22]

- Плюсы:
 - Красивый и удобный дизайн
 - Деление на разделы и небольшие зарисовки для некоторых свойств
 - Разделы с гидролизом и органической химией
- Минусы:
 - Небольшое количество информации о свойствах элемента

4) “Химия для чайников” [23]

- Плюсы:
 - Разделы с тестами, теоретическим словарем по химии и карта сайта
 - Большое количество таблиц и списков с информацией о свойствах элемента
- Минусы:
 - Представление информации лишь в виде изображений
 - Таблицы и списки сразу для всех элементов – нет возможности посмотреть один конкретный

5) “National Library of Medicine” [24]

- Плюсы:
 - Большое количество разделов и категорий информации о биотехнологиях, медицине и естественных науках
 - Интерактивная таблица Менделеева с возможностью выбора элемента
 - Игра для запоминания расположения элементов в таблице
 - Большое количество свойств о каждом элементе, выделенных в разделах
 - Ссылки на источники информации (электронные ресурсы и базы данных)
 - Красивый, современный и удобный дизайн
- Минусы:
 - Ссылки в разделах порой мешают поиску и комплексному восприятию информации
 - Поддержка только английского языка

Веб-сервис «Elements», послуживший основой для разработки реализует основные режимы пользователя, однако имеет неудобный интерфейс, написан с использованием старых технологий, а также завершается с ошибками даже при обычных действиях пользователя в штатном режиме.

Преимуществом разрабатываемой программы является большое количество пользовательских режимов, поддержка настроек единиц измерения, экспортирование данных, приятный и удобный интерфейс, что покрывает возможности предшествующей версии и отвечает всем функциональным требованиям технического задания, разрешая вышеупомянутые проблемы пользователей.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1-ЛУ				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

5. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. DATABASE ON PROPERTIES OF CHEMICAL ELEMENTS «Elements» [Электронный ресурс] / Andrew Stolyarenko. Режим доступа: <https://phase.imet-db.ru/elements/main.aspx>, свободный (дата обращения: 08.05.2022).
2. Json.NET Documentation [Электронный ресурс] / Newtonsoft. Режим доступа: <https://www.newtonsoft.com/json/help/html/Introduction.htm>, свободный (дата обращения: 08.05.2022).
3. CSVHelper Documentation [Электронный ресурс] / Josh Close. <https://joshclose.github.io/CsvHelper/>, свободный (дата обращения: 08.05.2022).
4. Техническая документация Майкрософт [Электронный ресурс] / Microsoft technical documentation. Режим доступа: <https://www.opera.com/ru/download/requirements>, свободный (дата обращения: 08.05.2022).
5. Microsoft .Net Documentation [Электронный ресурс] / Microsoft technical documentation. Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/fundamentals/>, свободный (дата обращения: 08.05.2022).
6. Шаблон MVC [Электронный ресурс] / Microsoft technical documentation. Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/aspnet/core/mvc/overview?view=aspnetcore-6.0>, свободный (дата обращения: 08.05.2022).
7. ASP .Net Web APIs [Электронный ресурс] / Microsoft technical documentation. Режим доступа: <https://dotnet.microsoft.com/en-us/apps/aspnet/apis>, свободный (дата обращения: 08.05.2022).
8. Введение в Razor Pages [Электронный ресурс] / Microsoft technical documentation. Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/aspnet/core/razor-pages/?view=aspnetcore-6.0&tabs=visual-studio>, свободный (дата обращения: 08.05.2022).
9. Bootstrap [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://getbootstrap.com>, свободный (дата обращения: 08.05.2022).
10. HTML: HyperText Markup Language [Электронный ресурс] / DevDocs: API Documentation Browser (HTML). Режим доступа: <https://devdocs.io/html/>, свободный (дата обращения: 08.05.2022).
11. CSS: Cascading Style Sheets [Электронный ресурс] / DevDocs: API Documentation Browser (CSS). Режим доступа: <https://devdocs.io/css/>, свободный (дата обращения: 08.05.2022).
12. JavaScript [Электронный ресурс] / DevDocs: API Documentation Browser (JavaScript). Режим доступа: <https://devdocs.io/javascript/>, свободный (дата обращения: 08.05.2022).

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1-ЛУ				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

13. Ajax Documentation [Электронный ресурс] / Microsoft technical documentation. Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/aspnet/ajax/>, свободный (дата обращения: 08.05.2022).
14. Microsoft SQL Server [Электронный ресурс] / Microsoft corporation. Режим доступа: <https://www.microsoft.com/ru-ru/sql-server/sql-server-downloads>, свободный (дата обращения: 08.05.2022).
15. Microsoft SQL Server Management Studio [Электронный ресурс] / Microsoft corporation. Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/sql/ssms/sql-server-management-studio-ssms?view=sql-server-ver15>, свободный (дата обращения: 08.05.2022).
16. Принципы SOLID в C# [Электронный ресурс] / Microsoft technical documentation. Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/archive/msdn-magazine/2014/may/csharp-best-practices-dangers-of-violating-solid-principles-in-csharp>, свободный (дата обращения: 08.05.2022).
17. Dapper [Электронный ресурс] / DapperLib. Режим доступа: <https://github.com/DapperLib/Dapper>, свободный (дата обращения: 08.05.2022).
18. Принципы REST [Электронный ресурс] / Wikipedia.org Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/REST>, свободный (дата обращения: 08.05.2022).
19. Системные требования браузера Google Chrome [Электронный ресурс] / Google. Режим доступа: <https://support.google.com/chrome/a/answer/7100626?hl=ru>, свободный (дата обращения: 08.05.2022).
20. Система описания химических формул для WEB «CharChem» [Электронный ресурс] / PeterWin. Режим доступа: <http://www.charchem.org/ru/subst-ref>, свободный (дата обращения: 08.05.2022).
21. Справочник химических элементов «WebElements» [Электронный ресурс] / М. Поляк, П. Кузнецов, В. Сюткин. Режим доступа: <http://www.charchem.org/ru/subst-ref>, свободный (дата обращения: 08.05.2022).
22. Сервис для поиска характеристик элементов «Chemer» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://chemer.ru/services/elements/characteristics>, свободный (дата обращения: 08.05.2022).
23. Путеводитель по миру химических задач «Химия для чайников» [Электронный ресурс] / О. Сметанина. Режим доступа: <http://himzadacha.ru/spravochnik/>, свободный (дата обращения: 08.05.2022).
24. National Center for Biotechnology Information «National Library of Medicine» [Электронный ресурс] / National Institutes of Health. Режим доступа: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/periodic-table/#view=table>, свободный (дата обращения: 08.05.2022).

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1-ЛЮ				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

25. Mark Price, C# 10 and .NET 6 - Modern Cross-Platform Development - Sixth Edition. – Packt Publishing, 2021
26. Фримен Адам, ASP.NET Core 3 с примерами на C# для профессионалов, 8-е издание – ISBN 978-5-907365-46-9, 2020
27. Васильев А. Н. Программирование на C# для начинающих. Основные сведения – Бамбора, 2022
28. Марк Симан, Внедрение зависимостей в .NET – Manning, 2021
29. Джесс Чедвик ASP.NET MVC 4 / Джесс Чедвик, Тодд Снайдер, Хришикеш Панда – O'Reilly, 2020
30. Сергей Тепляков, Паттерны проектирования на платформе .NET – Питер, 2015
31. Джеффри Рихтер, CLR via C#. Программирование на платформе Microsoft .NET Framework 4.5 на языке C# – 4-е изд. – Прогресс книга, 2022
32. Герберт Шилдт, C# 5.0. Полное руководство – Вильямс, 2019
33. Албахари Бен, C# 9.0. Карманный справочник – ISBN 978-5-907365-36-0, 2021

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1-ЛУ				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ОПИСАНИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ КЛАССОВ

Таблица 1.1 – Описание и функциональное назначение классов и интерфейсов в проекте ElementsClassLibrary

Класс/Интерфейс	Назначение
Element	Химический элемент таблицы Менделеева
IProperty	Интерфейс свойства, в который выделены основные поля
LiteratureReference	Литературный источник по заданной ссылке
Property	Химическое свойство элемента
RIProperty	Свойство ионного радиуса элемента
Unit	Единица измерения величины

Таблица 1.2 – Описание и функциональное назначение классов и интерфейсов в проекте ElementsWebAPI

Класс/Интерфейс	Назначение
Program	Основной класс запуска программы
PropertiesController	Основной контроллер для обработки запросов
IPropertyRepository	Интерфейс репозитория для внедрения зависимостей
PropertyRepository	Конкретная реализация интерфейса с основными методами для работы с БД
DapperContext	Контекст базы данных для работы с БД phases

Таблица 1.3 – Описание и функциональное назначение классов и интерфейсов в проекте ElementsMVCApp

Класс/Интерфейс	Назначение
Program	Основной класс запуска программы
HomeController	Основной контроллер для обработки запросов
PropertiesController	Интерфейс репозитория для внедрения зависимостей
SessionExtensions	Конкретная реализация интерфейса с основными методами для работы с БД
TableWorker	Контекст базы данных для работы с БД phases
ErrorViewModel	Модель для представления ошибки программы

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1-ЛУ				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

PropertyListViewModel	Модель для представления списка свойств
PropertyTableViewModel	Модель для представления таблицы свойств
QueryListViewModel	Модель для представления запроса диапазона
SettingsViewModel	Модель для представления настроек
UnitViewModel	Модель для представления единиц измерения
Index.cshtml	Представление главной страницы
PartialValsTable.cshtml	Представление таблицы значений свойства
ElementsPropsList.cshtml	Представление списка свойств элемента
LitRef.cshtml	Представление литературной ссылки
Mendel.cshtml	Представление таблицы Менделеева
PropsList.cshtml	Представление списка свойств
PropsVals.cshtml	Представление значений свойств
Query.cshtml	Представление составления запроса диапазона
QueryResult.cshtml	Представление результата запроса диааона
Settings.cshtml	Представление изменения настроек
SettingsChanged.cshtml	Представление завершения изменения настроек
_Layout.cshtml	Представление базового макета страницы
Error.cshtml	Представление ошибки программы
_ValidationScriptsPartial.cshtml	Импортирование базовых скриптов валидации
_ViewImports.cshtml	Импортирование базовых страниц
_ViewStart.cshtml	Конфигурация веб-страниц при запуске

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1-ЛЮ				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ОПИСАНИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ ПОЛЕЙ, МЕТОДОВ И СВОЙСТВ ОСНОВНЫХ СТРУКТУР ДАННЫХ

Таблица 2.1 – Описание и функциональное назначение полей, методов и свойств класса Element

Составляющая	Модификатор доступа	Тип/Тип возврата	Параметры	Назначение
Id	public	int		Id элемента
Symbol	public	string		Символ элемента
AtomicWeight	public	float		Атомарный вес
Density	public	float		Плотность
MeltingTemp	public	float		Температура плавления
BoilingTemp	public	float		Температура кипения

Таблица 2.2 – Описание и функциональное назначение полей, методов и свойств интерфейса IProperty

Составляющая	Модификатор доступа	Тип/Тип возврата	Параметры	Назначение
Id	public	int		Id свойства
ElementSymbol	public	string		Символ элемента для свойства
Name	public	string		Название свойства
Value	public	decimal		Значение свойства
Unit	public	string		Единица измерения
Comments	public	string?		Комментарии
Reference	public	string?		Ссылка на источник
GetFormattedValue	public	string	-	Форматирование значения

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1-ЛУ				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Таблица 2.3 – Описание и функциональное назначение полей, методов и свойств класса Property

Составляющая	Модификатор доступа	Тип/Тип возврата	Параметры	Назначение
name	private	string		Поле для сеттера свойства Name
unit	private	string		Поле для сеттера свойства Unit
elementSymbol	private	string		Поле для сеттера свойства ElementSymbol
<i>Имплементированные свойства и методы интерфейса IProperty</i>				

Таблица 2.4 – Описание и функциональное назначение полей, методов и свойств класса RProperty

Составляющая	Модификатор доступа	Тип/Тип возврата	Параметры	Назначение
Charge	public	int		Заряд ионного радиуса
CN	public	int?		Группа симметрии
<i>Унаследованные свойства и методы класса Property</i>				

Таблица 2.4 – Описание и функциональное назначение полей, методов и свойств класса Unit

Составляющая	Модификатор доступа	Тип/Тип возврата	Параметры	Назначение
Unit1	public	string		Выбранная единица измерения
Unit2	public	string		Второстепенная единица измерения
Equation	public	string		Уравнение перевода значения между единицами измерения
unit1	private	string		Поле для сеттера свойства Unit1
unit2	private	string		Поле для сеттера свойства Unit2
ChangeUnits	public	void	-	Смена выбранной и основной единицы

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1-ЛУ				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

				измерения между друг другом
Convert	public	decimal	decimal	Конвертация значения по заданному уравнению Equation

Таблица 2.5 – Описание и функциональное назначение методов интерфейса репозитория
IPropertyRepository

Метод	Модификатор доступа	Тип/Тип возврата	Параметры	Назначение
GetLiteratureReference	public	Task<string>	string	Получение информации об источнике по ссылке
GetUnitsAndPairs	public	Task<Tuple<Dictionary<string, Unit>, Dictionary<string, string>>>	-	Получение пар единиц измерения и списка стандартно заданных единиц
GetAllElements	public	Task<IEnumerable<Element>>	-	Получение списка всех элементов таблицы
GetAllPropertiesNames	public	Task<IEnumerable<Property>>	-	Получение списка всех свойств
GetAllPropertiesOfElementById	public	Task<IEnumerable<IProperty>>	int	Получение всех свойств заданного элемента (Режим 1)
GetGivenPropertyOfElementByIds	public	Task<IEnumerable<IProperty>>	int, string	Получение списка значений заданного свойства заданного элемента (Подрежим 2)
GetGivenPropertiesOfElementById	public	Task<IEnumerable<IProperty>>	int, IEnumerable<string>	Получение списка значений нескольких заданных свойств заданного элемента (Режим 2)
GetGivenPropertyValuesById	public	Task<IEnumerable<IProperty>>	string, bool, decimal?, decimal?	Получение списка значений заданного свойства для всех элементов с возможностью задания флага для рекомендованных и диапазонов (Подрежим 3, 4)
GetGivenPropertiesValues	public	Task<Dictionary<string, IEnumerable<IProperty>>>	IEnumerable<string>, bool	Получение списка значений нескольких заданных свойства для всех элементов с возможностью задания флага

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1-ЛУ				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

				для рекомендованных и диапазонов (Режим 3, 4)
GetGivenPropertie sValuesWithQuery	public	Task<Dictionary<string, IEnumerable<IP roperty>>>	IEnumerable <string>, bool, IEnumerable <decimal>, IEnumerable <decimal>	Получение словаря Id свойства – список свойств, находящихся в заданном диапазоне (Режим 5)

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1-ЛУ				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Лист регистрации изменений

[illegible]