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
«_13_» ___мая___ 2022 г.

УТВЕРЖДАЮ
Академический руководитель
образовательной программы
«Программная инженерия»
профессор департамента программной
инженерии, канд. техн. наук
_____ В. В. Шилов
«_13_» ___мая_____2022 г.

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. Инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	RU.17701729.05.15-01 51 01-1-ЛУ

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

Программа и методика испытаний

ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ

RU.17701729.05.15-01 51 01-1-ЛУ

Исполнитель
Студент группы БПИ 208
_____ Родионов А. А.
«_13_» ___мая_____2022 г.

Москва 2022

УТВЕРЖДЕН
RU.17701729.05.15-01 51 01-1-ЛУ

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

ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЙ

RU.17701729.05.15-01 51 01-1-ЛУ

Листов: 27

Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. Инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.
				RU.17701729.05.15-01 51 01-1-ЛУ

Москва 2022

Оглавление

1. ОБЪЕКТ ИСПЫТАНИЙ 2
1.1. Наименование программы 2
1.2. Краткая характеристика области применения 2
2. ЦЕЛЬ ИСПЫТАНИЙ 3
3. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММЕ 4
3.1. Требование к функциональным характеристикам 4
3.1.1. Требования к составу выполняемых функций 4
3.1.2. Требования к формату входных данных 5
3.1.3. Требования к выходным данным 5
3.2. Требования к интерфейсу 6
3.3. Требования к надёжности 7
4. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ 8
4.1 Состав программной документации 8
4.2 Специальные требования к программной документации 8
5. СРЕДСТВА И ПОРЯДОК ИСПЫТАНИЙ 9
5.1. Технические средства, используемые во время испытаний 9
5.2. Программные средства, используемые во время испытаний 9
5.3. Порядок проведения испытаний 9
6. МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ 10
6.1. Испытание выполнения требований к программной документации 10
6.2. Испытание выполнения требований к интерфейсу 10
6.3. Испытание выполнения требований к функциональным характеристикам 14
6.3.1. Испытание работы веб-сервиса 14
6.3.2. Испытание работы веб-приложения 16
7. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 21

1. ОБЪЕКТ ИСПЫТАНИЙ

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. 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.

2. ЦЕЛЬ ИСПЫТАНИЙ

Целью испытаний является проверка корректности выполнения программой функций, перечисленных в разделе «Требования к программе».

3. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММЕ

3.1. Требование к функциональным характеристикам

3.1.1. Требования к составу выполняемых функций

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 [1] 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 [2] (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.

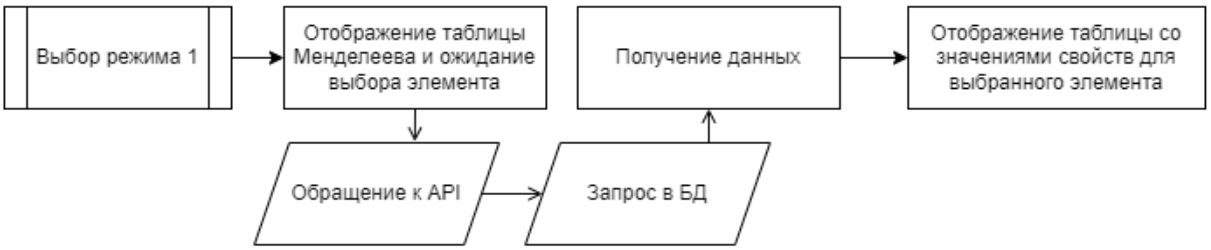


Рисунок 1. Режим работы пользователя №1

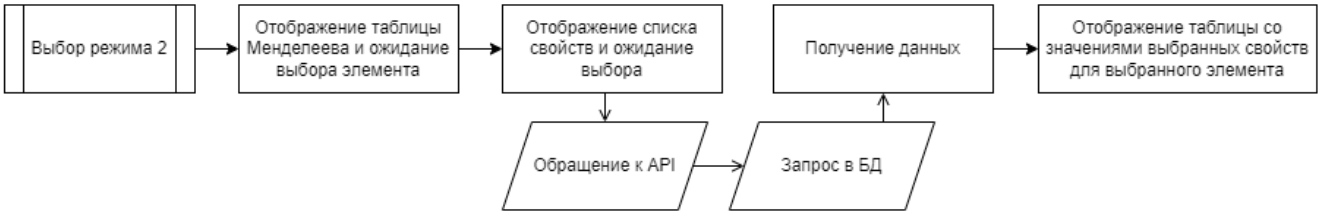


Рисунок 2. Режим работы пользователя №2

Рисунок 3. Режим работы пользователя №3

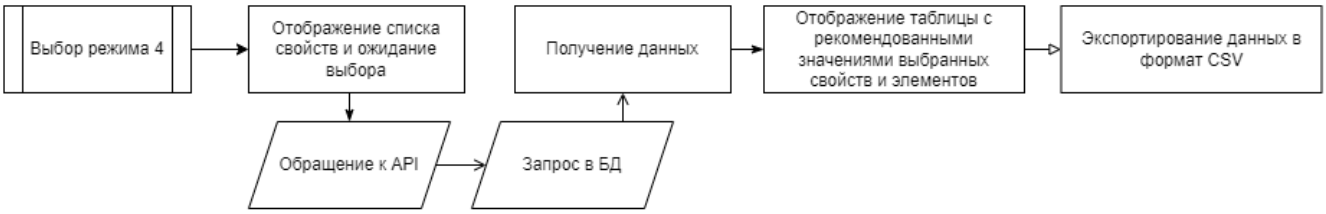


Рисунок 4. Режим работы пользователя №4

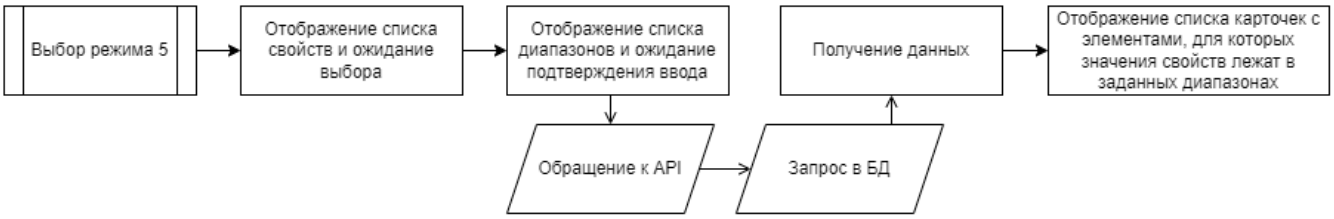


Рисунок 5. Режим работы пользователя №5

3.1.2. Требования к формату входных данных

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

3.1.3. Требования к выходным данным

Выходными данными являются HTML-страницы с результатами запроса.

3.2. Требования к интерфейсу

Для каждой страницы сайта необходим следующий интерфейс:

Главная страница:

- Логотип, название и краткое описание университета
- Название и краткое описание сервиса
- Кнопки выбора раздела

Раздел «Все свойства выбранного элемента»:

- Интерактивная таблица выбора элемента для запроса
- Таблица со всеми свойствами элемента

Раздел «Выбранные свойства выбранного элемента»:

- Интерактивная таблица выбора элемента для запроса
- Интерактивный список выбора свойств для запроса
- Таблица с выбранными свойствами элемента

Раздел «Выбранные свойства всех элементов»:

- Интерактивный список выбора свойств для запроса
- Интерактивный выпадающий список выбранных свойств
- Таблица со значениями выбранного из интерактивного списка свойства для всех элементов

Раздел «Рекомендуемые значения выбранных свойств»:

- Интерактивный список выбора свойств для запроса
- Таблица с рекомендуемыми значениями выбранных свойств и всех химических элементов

Раздел «Элементы со значениями выбранных свойств в заданном диапазоне»:

- Интерактивный список выбора свойств для запроса
- Интерактивные поля ввода диапазона значений каждого свойства для запроса
- Карточки с подходящими элементами и значениями их свойств.

Изменение настроек единиц измерения:

- Интерактивный список с доступными и выбранными на данный момент единицами
- Кнопка подтверждения выбранных настроек

3.3. Требования к надёжности

Программа должна обеспечивать непрерывный доступ к веб-сервису по заданному URL-адресу. При непреднамеренном отказе работы серверной части или недоступности сервиса его работоспособность должна быть восстановлена не более чем за одни сутки.

Программа должна правильно преобразовывать данные из введенной пользователем веб-формы в запросы к API и возвращать результат в виде HTML-документов. При любом некорректном вводе программа не должна завершаться аварийно. При неправильном вводе значений программа должна уведомлять пользователя об этом через сообщения и запрашивать повторный ввод.

4. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

4.1 Состав программной документации

- «Веб-сервис для работы с базой данных по свойствам химических элементов». Техническое задание [3];
- «Веб-сервис для работы с базой данных по свойствам химических элементов». Программа и методика испытаний [4];
- «Веб-сервис для работы с базой данных по свойствам химических элементов». Текст программы [5];
- «Веб-сервис для работы с базой данных по свойствам химических элементов». Пояснительная записка [6];
- «Веб-сервис для работы с базой данных по свойствам химических элементов». Руководство оператора [7].

4.2 Специальные требования к программной документации

Документы к программе должны быть выполнены в соответствии с ГОСТ 19.106–78 и ГОСТами к каждому виду документа (см. п. 5.1.);

Пояснительная записка должна быть загружена в систему Антиплагиат через LMS «НИУ ВШЭ».

Техническое задание и пояснительная записка, титульные листы других документов должны быть подписаны руководителем разработки и исполнителем.

Документация и программа сдается в электронном виде в формате .pdf или .docx. в архиве формата .zip или .rar;

За три дня до защиты комиссии в проект дисциплины «Курсовой проект» в личном кабинете в информационной образовательной среде Smart LMS НИУ ВШЭ одним или несколькими архивами должны быть загружены все материалы курсового проекта:

- Программная документация,
- Программный проект,
- Отзыв руководителя
- Отчет системы Антиплагиат

5. СРЕДСТВА И ПОРЯДОК ИСПЫТАНИЙ

5.1. Технические средства, используемые во время испытаний

В состав технических средств должны входить:

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;

Персональный компьютер со следующими минимальными характеристиками:

- Процессор Intel Pentium 4 или выше с поддержкой SSE3
- Не менее 1 Гб ОЗУ и не менее 500 Мб свободной памяти;
- ОС Windows 7 и выше;
- Бесперебойный доступ в сеть интернет;
- Браузер Google Chrome [8] с версией 94.0.4606.81 и выше
- Монитор, клавиатура, мышь;

5.2. Программные средства, используемые во время испытаний

Для корректной работы серверной части продукта необходим сервер с поддержкой IIS и .Net Core 6.0 [9] с установленным Microsoft SQL Server [10] и перечисленными выше характеристиками.

Для корректной работы пользователя необходим персональный компьютер с лицензированной версией браузера Google Chrome и заявленными выше характеристиками.

5.3. Порядок проведения испытаний

Испытания должны проводиться в следующем порядке:

- проверка требований к программной документации;
- проверка требований к интерфейсу;
- проверка требований к надежности;
- проверка требований к функциональным характеристикам.

6. МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ

6.1. Испытание выполнения требований к программной документации

Состав программной документации проверяется визуально, проверяется наличие программной документации в системе LMS. Также визуально проверяется соответствие документации требованиям ГОСТ.

Все документы удовлетворяют представленным требованиям.

6.2. Испытание выполнения требований к интерфейсу

Итоговое приложение имеет следующий интерфейс:

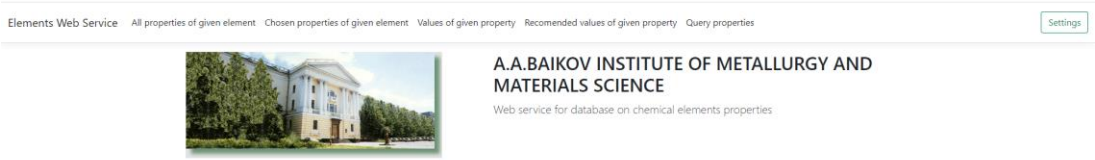


Рисунок 1. Главная страница сайта

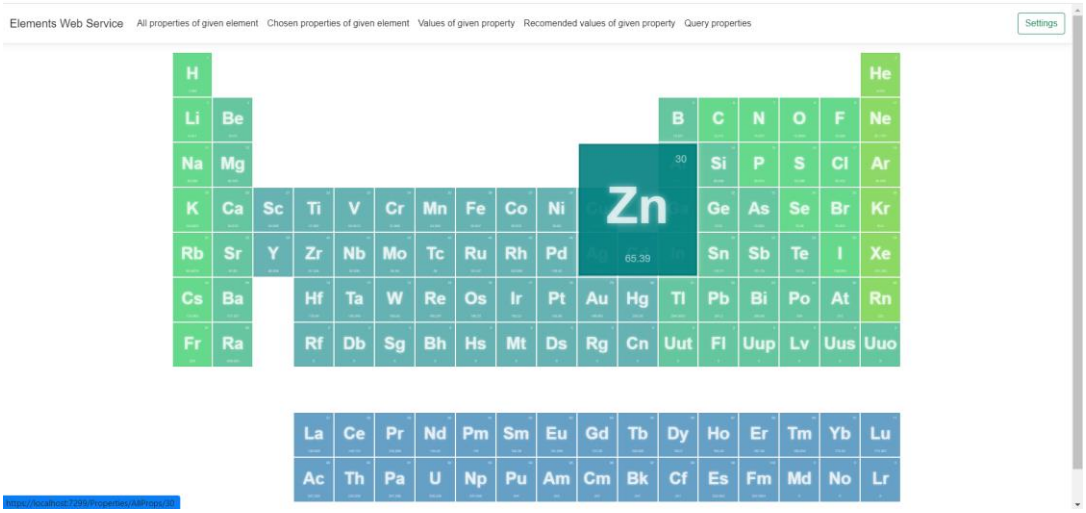


Рисунок 2. Интерактивная таблица Менделеева

Elements Web Service | All properties of given element | Chosen properties of given element | Values of given property | Recomended 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 3. Пример таблицы со свойствами элемента

Elements Web Service | All properties of given element | Chosen properties of given element | Values of given property | Recomended 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

Рисунок 4. Пример интерактивного списка для выбора свойств

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

Debye temperature | Change properties

Values of Debye temperature (K):

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 5. Пример таблицы значений выбранного из интерактивного списка свойства

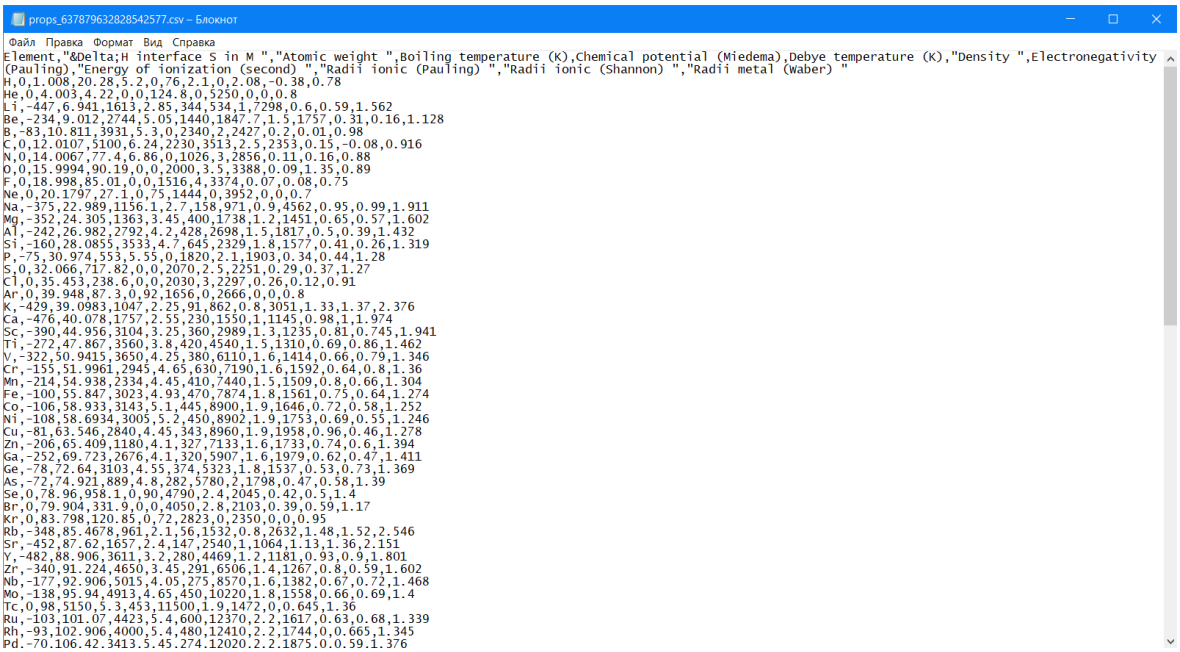
Elements Web Service | All properties of given element | Chosen properties of given element | Values of given property | Recomended values of given property | Query properties | Settings

Recomended 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 6. Пример таблицы рекомендованных значений



```
Element,"&Delta;H 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
Cl,0,35.453,238.6,0,0,2030,3,2297,0.26,0.12,0.91
Ar,0,39.948,87.3,0,92,1656,0,2666,0,0,0.8
K,-429,39.0983,1047,2.25,91,862,0.8,3051,1.33,1.37,2.376
Ca,-476,40.078,1757,2.55,230,1550,1,1145,0.98,1,1.974
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,-348,85.4678,961,2.1,56,1532,0.8,2632,1.48,1.52,2.546
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,0,98,5150,5.3,453,11500,1.9,1472,0,0.645,1.36
Ru,-103,101.07,4423,5.4,600,12370,2.2,1617,0.63,0.68,1.339
Rh,-93,102.906,4000,5.4,480,12410,2.2,1744,0,0.665,1.345
Pd,-70,106.42,3413,5.45,274,12020,2.2,1875,0,0.59,1.376
```

Рисунок 7. Пример экспортированного в формате CSV файла

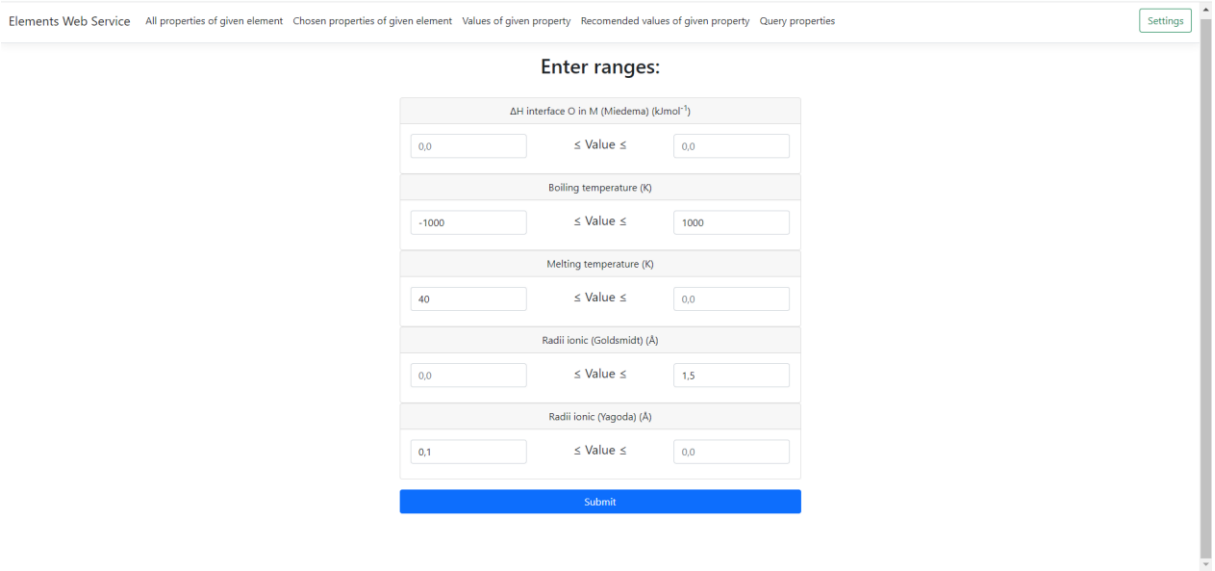


Рисунок 8. Пример диапазонов выбранных свойств для запроса

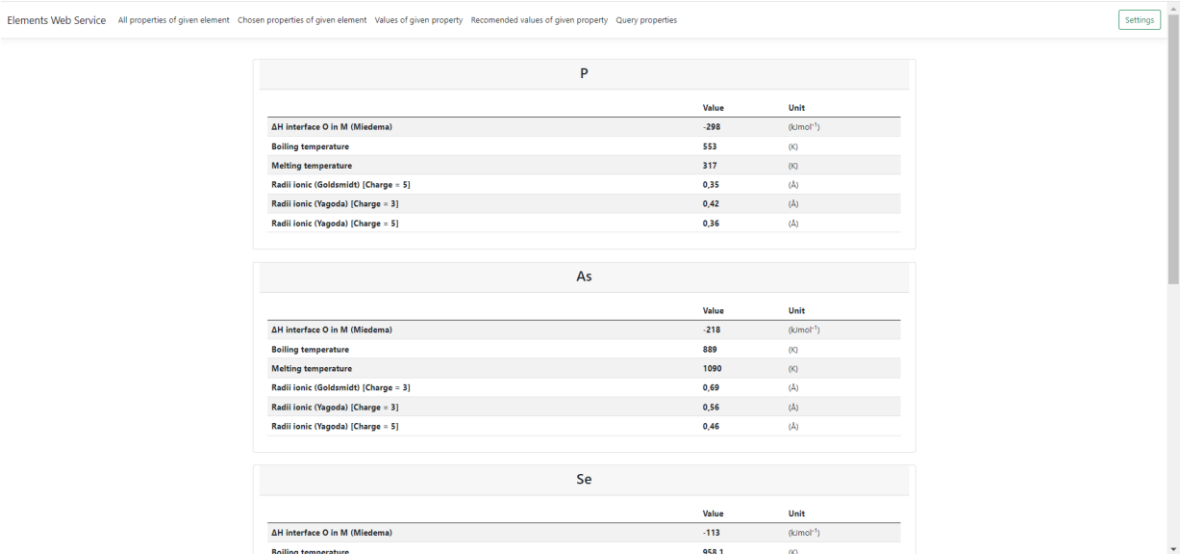


Рисунок 9. Пример результата запроса с диапазонами

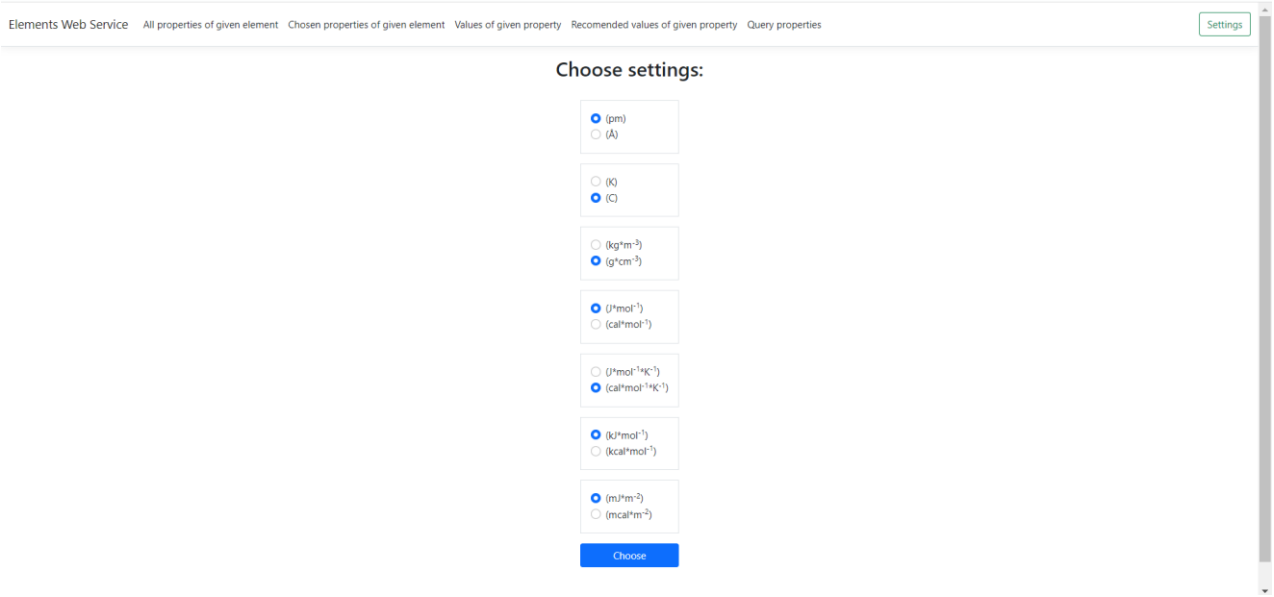


Рисунок 10. Пример изменения настроек единиц измерения

Как видно по рисункам 1–10, требования к интерфейсу полностью выполнены.

6.3. Испытание выполнения требований к функциональным характеристикам

6.3.1. Испытание работы веб-сервиса

Веб-сервис имеет Swagger-документацию и графический интерфейс.

На рисунках 11–12 представлен пример работы Web-API:

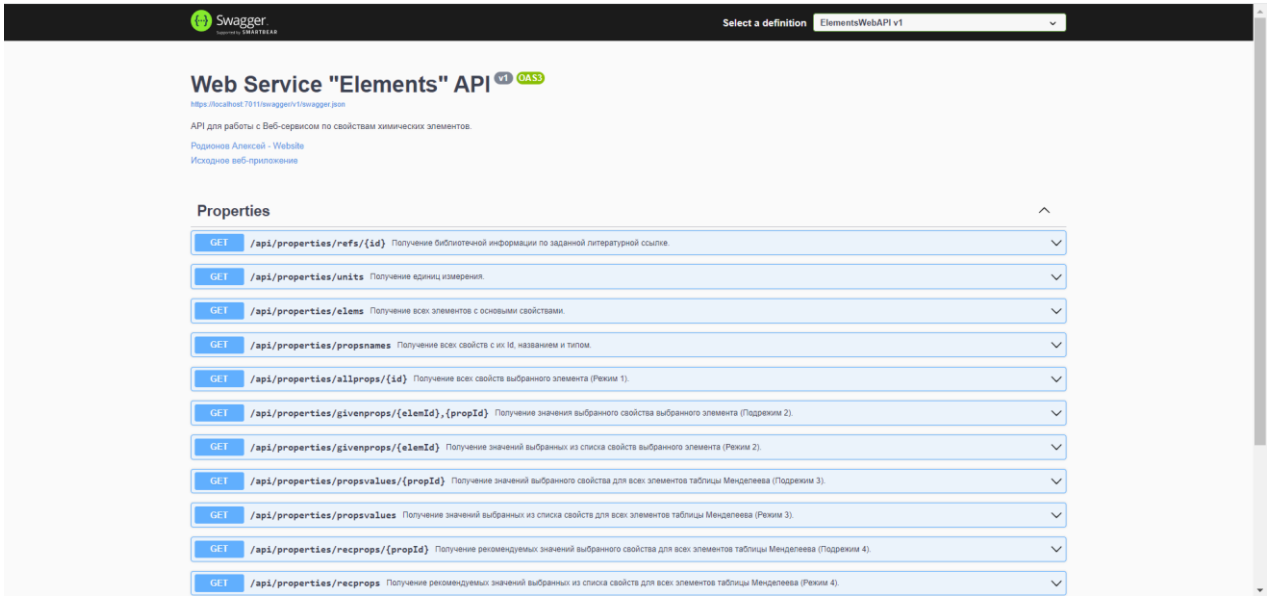


Рисунок 11. Интерфейс взаимодействия с веб-сервисом

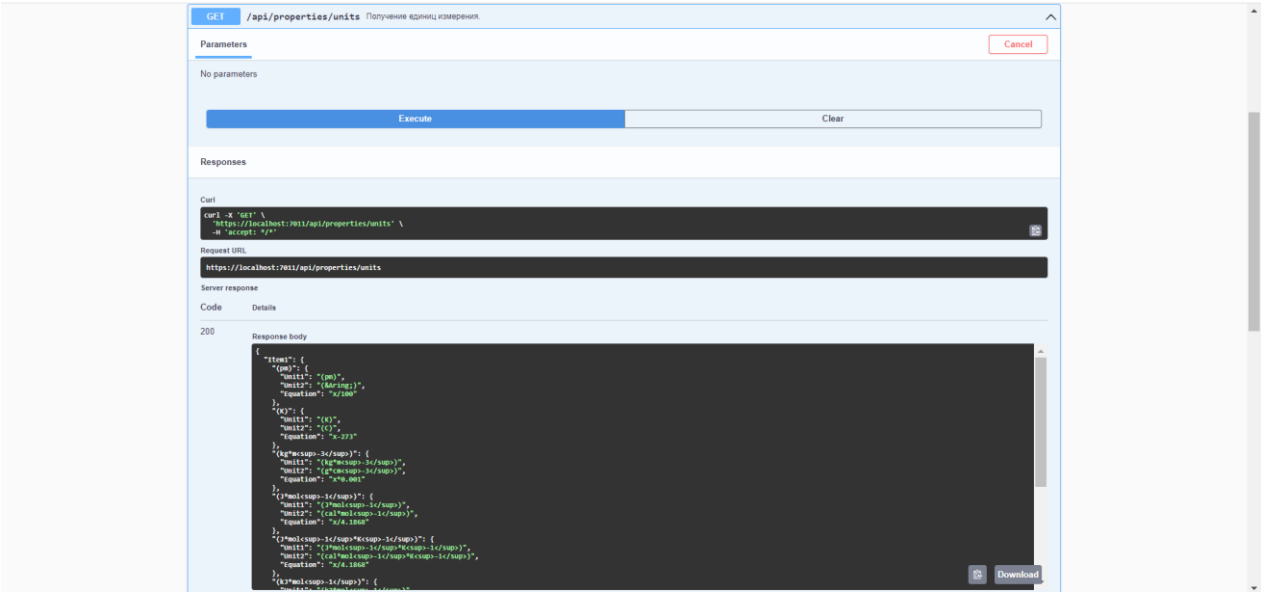


Рисунок 12. Пример работы метода веб-сервиса

Как видно из скриншотов, URL-запросы успешно обрабатываются сервисом, конвертируются в запросы к базе данных, а полученные средства возвращаются в формате Json.

Кроме этого, в решении также находится тестировочный проект MSTest ElementsTest. В нем тестируются основные методы репозитория, используемого в работе API.

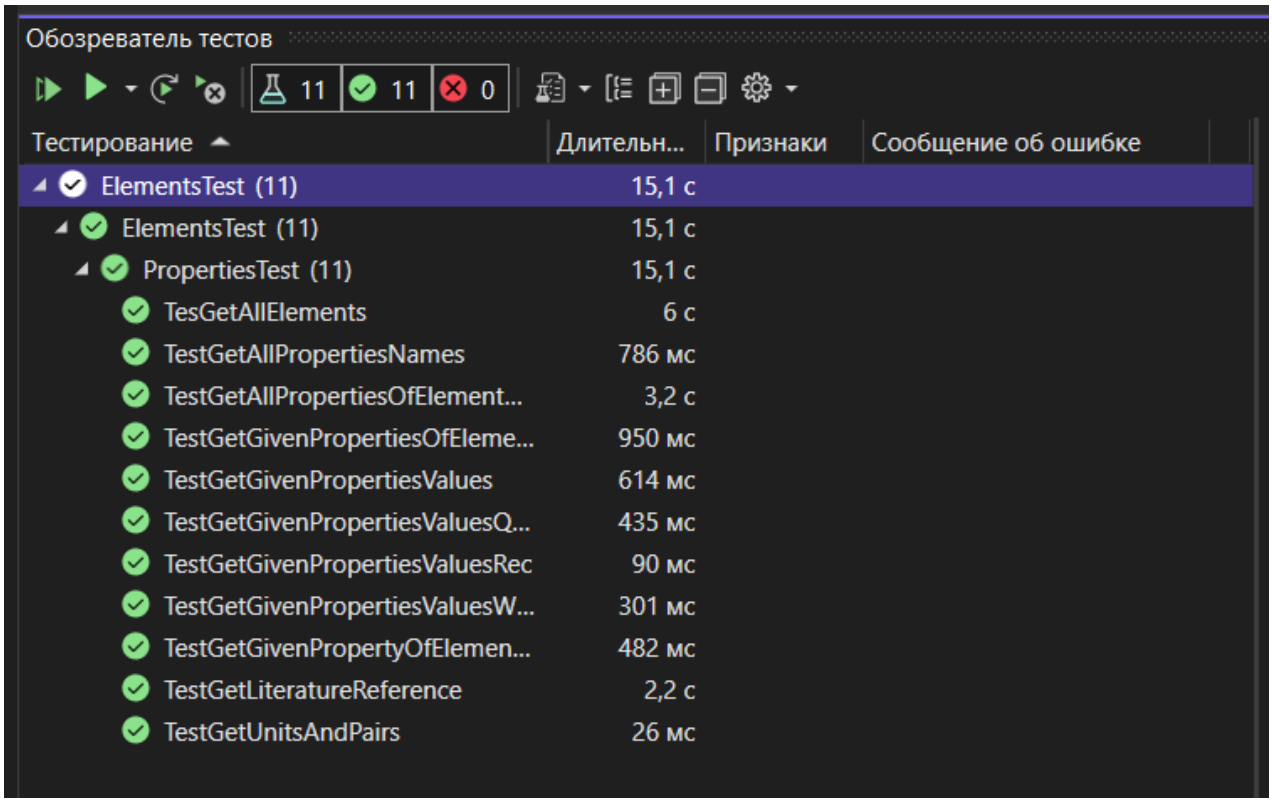


Рисунок 13. Тесты для PropertyRepository

Тесты затрагивают основные сценарии работы пользователя. Код можно найти в приложении 1 текущего документа.

6.3.2. Испытание работы веб-приложения

Для каждого режима работы пользователя программа работает следующим образом:

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

   Пользователь обращается к веб-приложению, отображается главная страница (рис. 1). В этот момент программа получает от веб-сервиса всю необходимую начальную информацию, а также устанавливает в сессии браузера настройки единиц измерения.

2. Получение всех свойств выбранного из интерактивной таблицы Менделеева элемента

Пользователь выбирает режим 1. На экране отображается интерактивная таблица Менделеева (рис. 2), при наведении курсора на элемент происходит небольшая анимация увеличения ячейки. В случае, если пользователь выбрал элемент, по которому в базе данных есть информация, на странице отображается таблица со всеми его свойствами (рис. 3). В случае, если по элементу нет необходимой информации, пользователю отображается страница с информацией об этом:

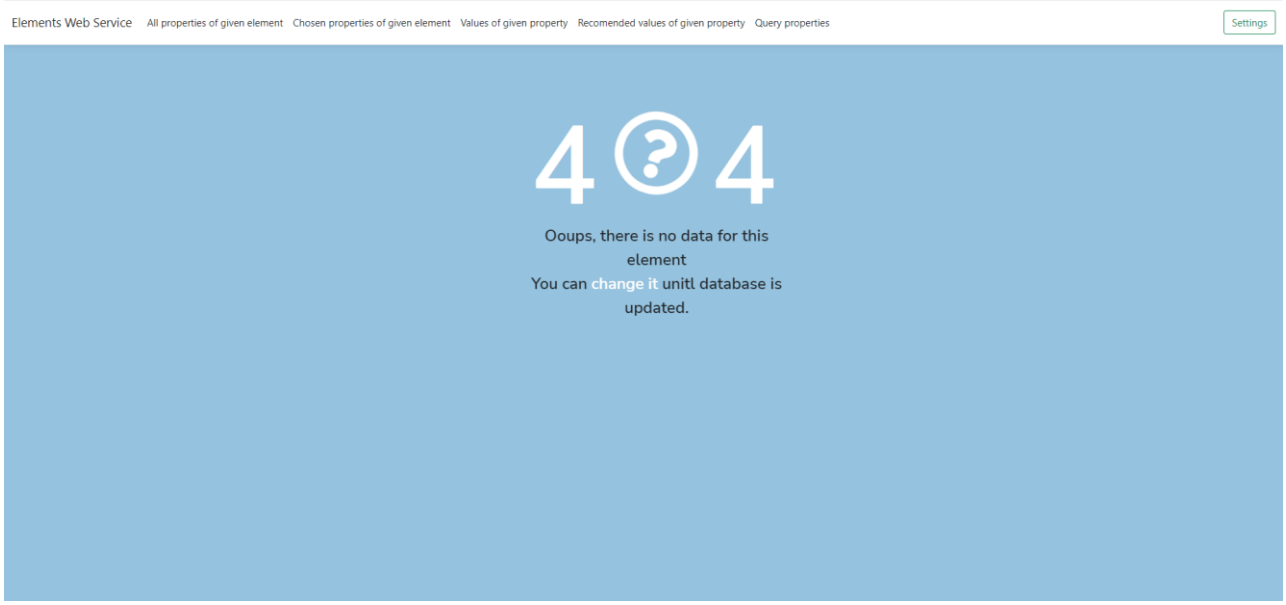
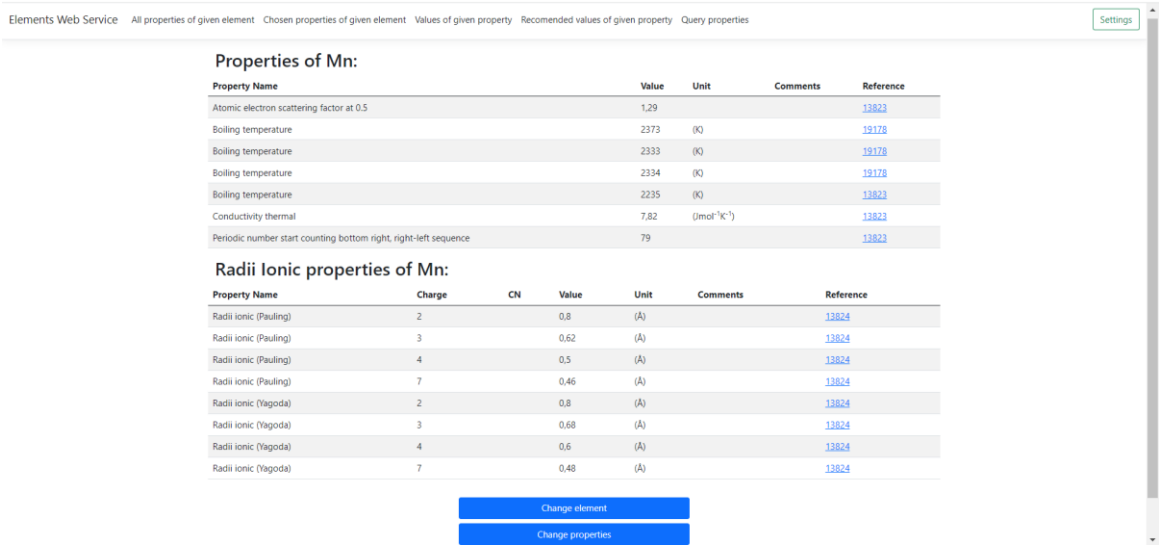


Рисунок 14. Страница «данные не найдены» при соответствующего выборе элемента

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

Пользователь выбирает элемент из интерактивной таблицы Менделеева (рис. 3), затем из интерактивного списка (рис. 4) выбирает одно или несколько свойств. В случае, если по элементу нет необходимой информации, пользователю отображается страница с информацией об этом (рис. 13). В противном случае пользователю отображается страница со значениями выбранных свойств:



Property Name	Value	Unit	Comments	Reference
Atomic electron scattering factor at 0.5	1,29			13823
Boiling temperature	2373	(K)		19178
Boiling temperature	2333	(K)		19178
Boiling temperature	2334	(K)		19178
Boiling temperature	2235	(K)		13823
Conductivity thermal	7,82	($Jmol^{-1}K^{-1}$)		13823
Periodic number start counting bottom right, right-left sequence	79			13823

Property Name	Charge	CN	Value	Unit	Comments	Reference
Radii ionic (Pauling)	2		0,8	(Å)		13824
Radii ionic (Pauling)	3		0,62	(Å)		13824
Radii ionic (Pauling)	4		0,5	(Å)		13824
Radii ionic (Pauling)	7		0,46	(Å)		13824
Radii ionic (Yagoda)	2		0,8	(Å)		13824
Radii ionic (Yagoda)	3		0,68	(Å)		13824
Radii ionic (Yagoda)	4		0,6	(Å)		13824
Radii ionic (Yagoda)	7		0,48	(Å)		13824

Рисунок 15. Пример таблицы с выбранными свойствами выбранного элемента

В случае, если пользователь не выбрал свойств, или не выбрал свойств из конкретной категории (базовые или ионного радиуса), в соответствующей таблице отображаются сведения об этом:

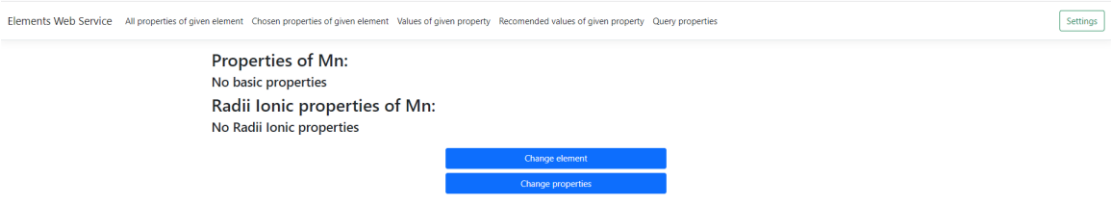


Рисунок 16. Пример таблицы без выбранных свойств

При нажатии на кнопки смены элемента или изменения списка свойств, пользователь переадресуется на соответствующие страницы (рис. 3 или рис. 4)

4. Получение значений выбранных свойств для всех элементов таблицы Менделеева

Пользователь выбирает из списка свойств (рис. 4) одно или несколько. На экране отображается выпадающий список и таблица со значениями свойства (рис. 5). В случае,

если пользователь не выбрал ни одного свойства, выпадающий список будет пуст. При нажатии на кнопку «Изменить свойства» пользователь переадресуется на страницу выбора свойств из списка (рис. 4).

5. Получение рекомендуемых значений выбранных свойств всех элементов таблицы Менделеева

Пользователь выбирает из списка свойств (рис. 4) одно или несколько. На экране отображается таблица с рекомендованными значениями выбранных свойств для всех элементов (рис. 6). По столбцам в ней стоят названия выбранных свойств, в строках находятся элементы, а в ячейках соответствующие рекомендованные значения. При нажатии на кнопку экспорта данных, сформированная таблица конвертируется в формат CSV и скачается на устройстве пользователя как файл. В случае, если пользователь не выбрал ни одного свойства, будет отображено соответствующее сообщение:

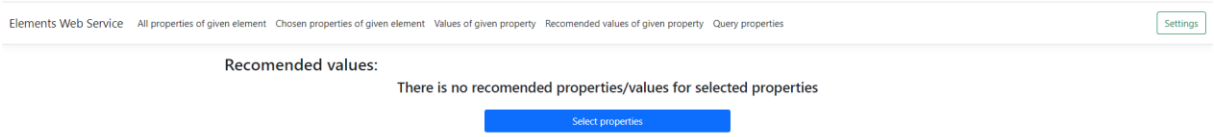


Рисунок 17. Пример таблицы рекомендованных значений без выбранных свойств

6. Получение списка элементов таблицы Менделеева, для которых значения выбранных свойств лежат в указанных диапазонах

Пользователь выбирает из списка свойств (рис. 4) одно или несколько. На экране отображаются карточки с полями ввода диапазонов значений выбранных свойств (рис. 8). Данные должны быть в числовом формате, разделителем является запятая. При

некорректном вводе данных пользователь уведомляется об этом с помощью сообщений на странице:

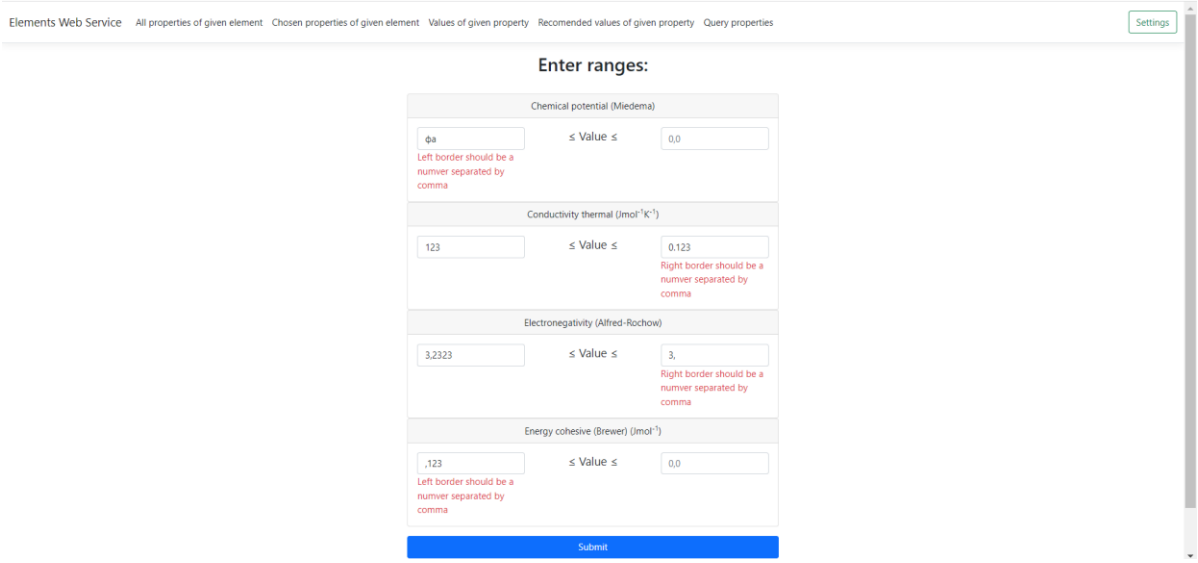


Рисунок 18. Пример валидации данных для запроса

В случае, если пользователь ввел корректные данные, на странице будут отображены карточки с элементами, значения свойств которых удовлетворяют заданным диапазонам (рис. 9). В случае, если пользователь не выбрал ни одного свойства, ему будет отображено сообщение схожее с сообщением на рисунке 16. При нажатии на кнопки «Изменить свойства» и «Изменить диапазоны» пользователь переадресуется на соответствующие страницы (рис. 4 или рис. 8).

7. Изменение настроек пользователя

При нажатии на кнопку «Настройки» пользователю отображается страница с выбранными на данный момент единицами измерения (рис. 10). При изменении настроек и подтверждения действия, пользователю сообщается о примененных действиях и настройки сессии обновляются.

7. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Json.NET Documentation [Электронный ресурс] / Newtonsoft. Режим доступа: https://www.newtonsoft.com/json/help/html/Introduction.htm, свободный (дата обращения: 08.05.2022).

2. CSVHelper Documentation [Электронный ресурс] / Josh Close. https://joshclose.github.io/CsvHelper/, свободный (дата обращения: 08.05.2022).

3. ГОСТ 19.201-78 Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению. // Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.

4. ГОСТ 19.301-79 Программа и методика испытаний. Требования к содержанию и оформлению. // Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.

5. ГОСТ 19.401-78. ЕСПД. Текст программы. Требования к содержанию и оформлению. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.

6. ГОСТ 19.404-79. ЕСПД. Пояснительная записка. Требования к содержанию и оформлению. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.

7. ГОСТ 19.505-79. ЕСПД. Руководство оператора. Требования к содержанию и оформлению. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.

8. 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).

9. Microsoft .Net Documentation [Электронный ресурс] / Microsoft technical documentation. Режим доступа: https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/fundamentals/, свободный (дата обращения: 08.05.2022).

10. 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).

11. Mark Price, C# 10 and .NET 6 - Modern Cross-Platform Development - Sixth Edition. – Packt Publishing, 2021

12. Фримен Адам, ASP.NET Core 3 с примерами на C# для профессионалов, 8-е издание – ISBN 978-5-907365-46-9, 2020

13. Васильев А. Н. Программирование на C# для начинающих. Основные сведения – Бамбора, 2022

14. Марк Симан, Внедрение зависимостей в .NET – Manning, 2021

15. Джесс Чедвик ASP.NET MVC 4 / Джесс Чедвик, Тодд Снайдер, Хришикеш Панда – O'Reilly, 2020

16. Сергей Тепляков, Паттерны проектирования на платформе.NET – Питер, 2015

17. Джеффри Рихтер, CLR via C#. Программирование на платформе Microsoft .NET Framework 4.5 на языке C# – 4-е изд. – Прогресс книга, 2022

18. Герберт Шилдт, C# 5.0. Полное руководство – Вильямс, 2019

19. Албахари Бен, C# 9.0. Карманный справочник – ISBN 978-5-907365-36-0, 2021

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ИСХОДНЫЙ КОД ТЕСТОВ

В текущем приложении содержится исходный код методов проекта:

```
[TestClass]
public class PropertiesTest
{
    private static readonly PropertyRepository rep = new PropertyRepository(
        new DapperContext("server=.; database=phases; Integrated Security=true; TrustServerCertificate=True"));


    [TestMethod]
    public void TestGetLiteratureReference()
    {
        string exp = @"Bakshi B. Berndt M. Brandenburg K. Chen P. Igelnik B. Iwata S. Jackson A. LeClair S. Oxley M. Pao Y.-H.
Villars P.";
        string res = rep.GetLiteratureReference("13823").Result;
        Assert.AreEqual(exp, res.Split('\n')[0]);
    }


    [TestMethod]
    public void TestGetUnitsAndPairs()
    {
        Tuple<Dictionary<string, Unit>, Dictionary<string, string>> res = rep.GetUnitsAndPairs().Result;
        Dictionary<string, Unit> units = res.Item1;

        Assert.AreEqual(units.Count, 7);
        Assert.AreEqual(units["(K)"].Unit1, "(K)");
        Assert.AreEqual(units["(K)"].Unit2, "(C)");
    }


    [TestMethod]
    public void TesGetAllElements()
    {
        List<Element> elems = rep.GetAllElements().Result.ToList();

        Assert.AreEqual(elems.Count, 100);
        Assert.AreEqual(elems[0].Symbol, "H ");
        Assert.AreEqual(elems[54].Symbol, "Cs");
    }


    [TestMethod]
    public void TestGetAllPropertiesNames()
    {
        List<Property> props = rep.GetAllPropertiesNames().Result.ToList();

        Assert.AreEqual(props.Count, 90);
        Assert.AreEqual(props[0].Id, "I26");
        Assert.AreEqual(props[54].Id, "M2");
    }


    [TestMethod]
    public void TestGetAllPropertiesOfElementById()
    {
```

```
        List<IProperty> props = rep.GetAllPropertiesOfElementById(1).Result.ToList();

        Assert.AreEqual(props.Count, 95);
        Assert.AreEqual(props[0].Value, 0);
        Assert.AreEqual(props[54].Value, 97);
    }


    [TestMethod]
    public void TestGetGivenPropertyOfElementByIds()
    {
        List<IProperty> props = rep.GetGivenPropertyOfElementByIds(1, "C2").Result.ToList();

        Assert.AreEqual(props.Count, 2);
        Assert.AreEqual(props[0].Value, 21.15m);
        Assert.AreEqual(props[1].Value, 20.28m);

        props = rep.GetGivenPropertyOfElementByIds(1, "S11").Result.ToList();

        Assert.AreEqual(props.Count, 2);
        Assert.AreEqual(props[0].Value, 1.36m);
    }


    [TestMethod]
    public void TestGetGivenPropertiesOfElementById()
    {
        List<IProperty> props = rep.GetGivenPropertiesOfElementById(1, new List<string> { "C1", "C2", "I25",
"S14"}).Result.ToList();

        Assert.AreEqual(props.Count, 4);
        Assert.AreEqual(props[0].Value, 14);
        Assert.AreEqual(props[1].Value, 21.15m);
        Assert.AreEqual(props[2].Value, 20.28m);
        Assert.AreEqual(props[3].Value, 0);
    }


    [TestMethod]
    public void TestGetGivenPropertiesValues()
    {
        Dictionary<string, IEnumerable<IProperty>> props =
            rep.GetGivenPropertiesValues(new List<string> { "C1", "S14" }, false).Result;

        Assert.AreEqual(props.Count, 2);
        Assert.AreEqual(props["C1"].Count(), 163);
        Assert.AreEqual(props["S14"].Count(), 167);
    }


    [TestMethod]
    public void TestGetGivenPropertiesValuesRec()
    {
        Dictionary<string, IEnumerable<IProperty>> props =
            rep.GetGivenPropertiesValues(new List<string> { "C1", "S14" }, true).Result;

        Assert.AreEqual(props.Count, 2);
        Assert.AreEqual(props["C1"].Count(), 100);
        Assert.AreEqual(props["S14"].Count(), 167);
    }
```

```
        [TestMethod]
        public void TestGetGivenPropertiesValuesQuery()
        {
            List<IProperty> props = rep.GetGivenPropertyValuesById("C2", true, -1000.31m, 2000.54m).Result.ToList();

            Assert.AreEqual(props.Count, 40);
            Assert.AreEqual(props[0].Value, 20.28m);
        }


        [TestMethod]
        public void TestGetGivenPropertiesValuesWithQuery()
        {
            Dictionary<string, IEnumerable<IProperty>> props =
                rep.GetGivenPropertiesValuesWithQuery(new List<string> { "C2", "S15" }, true,
                new List<decimal> { 10.2m, 0.4m }, new List<decimal> { 100, 1.5m }).Result;

            Assert.AreEqual(props.Keys.Count, 3);
            Assert.AreEqual(string.Join(" ", props.Keys), "N O F");
            Assert.AreEqual(props["N"].Count(), 2);
            Assert.AreEqual(props["O"].Count(), 6);
            Assert.AreEqual(props["F"].Count(), 5);
        }
    }
```

Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в документе	№ документа	Входящий № сопроводительного документа и дата	Подпись	Дата
	измененных	замененных	Новых	аннулированных					