

LinksPlatform's Platform.Data Class Library

1.1 ./Platform.Data/Exceptions/ArgumentLinkDoesNotExistsException.cs

```
1 using System;
2
3 #pragma warning disable CS1591 // Missing XML comment for publicly visible type or member
4
5 namespace Platform.Data.Exceptions
6 {
7     public class ArgumentLinkDoesNotExistsException<TLinkAddress> : ArgumentException
8     {
9         public ArgumentLinkDoesNotExistsException(TLinkAddress link, string paramName) :
10             base(FormatMessage(link, paramName), paramName) { }
11         public ArgumentLinkDoesNotExistsException(TLinkAddress link) : base(FormatMessage(link))
12             { }
13         private static string FormatMessage(TLinkAddress link, string paramName) => $"Связь
14             [{link}] переданная в аргумент [{paramName}] не существует.";
15         private static string FormatMessage(TLinkAddress link) => $"Связь [{link}] переданная в
16             качестве аргумента не существует.";
```

1.2 ./Platform.Data/Exceptions/ArgumentLinkHasDependenciesException.cs

```
1 using System;
2
3 #pragma warning disable CS1591 // Missing XML comment for publicly visible type or member
4
5 namespace Platform.Data.Exceptions
6 {
7     public class ArgumentLinkHasDependenciesException<TLinkAddress> : ArgumentException
8     {
9         public ArgumentLinkHasDependenciesException(TLinkAddress link, string paramName) :
10             base(FormatMessage(link, paramName), paramName) { }
11         public ArgumentLinkHasDependenciesException(TLinkAddress link) :
12             base(FormatMessage(link)) { }
13         private static string FormatMessage(TLinkAddress link, string paramName) => $"У связи
14             [{link}] переданной в аргумент [{paramName}] присутствуют зависимости, которые
15             препятствуют изменению её внутренней структуры.";
16         private static string FormatMessage(TLinkAddress link) => $"У связи [{link}] переданной
17             в качестве аргумента присутствуют зависимости, которые препятствуют изменению её
18             внутренней структуры.";
```

1.3 ./Platform.Data/Exceptions/LinkWithSameValueAlreadyExistsException.cs

```
1 using System;
2
3 #pragma warning disable CS1591 // Missing XML comment for publicly visible type or member
4
5 namespace Platform.Data.Exceptions
6 {
7     public class LinkWithSameValueAlreadyExistsException : Exception
8     {
9         public static readonly string DefaultMessage = "Связь с таким же значением уже
10             существует.";
11         public LinkWithSameValueAlreadyExistsException(string message) : base(message) { }
12         public LinkWithSameValueAlreadyExistsException() : base(DefaultMessage) { }
13     }
14 }
```

1.4 ./Platform.Data/Exceptions/LinksLimitReachedException.cs

```
1 using System;
2
3 #pragma warning disable CS1591 // Missing XML comment for publicly visible type or member
4
5 namespace Platform.Data.Exceptions
6 {
7     public class LinksLimitReachedException<TLinkAddress> : Exception
8     {
9         public static readonly string DefaultMessage = "Достигнут лимит количества связей в
10             хранилище.";
11         public LinksLimitReachedException(string message) : base(message) { }
12         public LinksLimitReachedException(TLinkAddress limit) : this(FormatMessage(limit)) { }
13         public LinksLimitReachedException() : base(DefaultMessage) { }
14         private static string FormatMessage(TLinkAddress limit) => $"Достигнут лимит количества
15             связей в хранилище ({limit}).";
```

1.5 ./Platform.Data/Hybrid.cs

```
1 using System;
2 using System.Collections.Generic;
3 using System.Reflection;
4 using System.Reflection.Emit;
5 using System.Runtime.CompilerServices;
6 using Platform.Exceptions;
7 using Platform.Reflection;
8 using Platform.Converters;
9 using Platform.Numbers;
10
11 #pragma warning disable CS1591 // Missing XML comment for publicly visible type or member
12
13 namespace Platform.Data
14 {
15     public struct Hybrid<TLinkAddress> : IEquatable<Hybrid<TLinkAddress>>
16     {
17         private static readonly EqualityComparer<TLinkAddress> _equalityComparer =
18             ↪ EqualityComparer<TLinkAddress>.Default;
19         private static readonly UncheckedSignExtendingConverter<TLinkAddress, long>
20             ↪ _addressToInt64Converter = UncheckedSignExtendingConverter<TLinkAddress,
21             ↪ long>.Default;
22         private static readonly UncheckedConverter<TLinkAddress, ulong>
23             ↪ _addressToUInt64Converter = UncheckedConverter<TLinkAddress, ulong>.Default;
24         private static readonly UncheckedConverter<ulong, TLinkAddress>
25             ↪ _uInt64ToAddressConverter = UncheckedConverter<ulong, TLinkAddress>.Default;
26         private static readonly Func<object, TLinkAddress> _unboxAbsAndConvert =
27             ↪ CompileUnboxAbsAndConvertDelegate();
28         private static readonly Func<object, TLinkAddress> _unboxAbsNegateAndConvert =
29             ↪ CompileUnboxAbsNegateAndConvertDelegate();
30
31         public static readonly ulong HalfOfNumberValuesRange =
32             ↪ _addressToUInt64Converter.Convert(NumericType<TLinkAddress>.MaxValue) / 2;
33         public static readonly TLinkAddress ExternalZero =
34             ↪ _uInt64ToAddressConverter.Convert(HalfOfNumberValuesRange + 1UL);
35
36         public readonly TLinkAddress Value;
37
38         public bool IsNothing
39         {
40             [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
41             get => _equalityComparer.Equals(Value, ExternalZero) || SignedValue == 0;
42         }
43
44         public bool IsInternal
45         {
46             [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
47             get => SignedValue > 0;
48         }
49
50         public bool IsExternal
51         {
52             [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
53             get => _equalityComparer.Equals(Value, ExternalZero) || SignedValue < 0;
54         }
55
56         public long SignedValue
57         {
58             [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
59             get => _addressToInt64Converter.Convert(Value);
60         }
61
62         public long AbsoluteValue
63         {
64             [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
65             get => _equalityComparer.Equals(Value, ExternalZero) ? 0 :
66                 ↪ Platform.Numbers.Math.Abs(SignedValue);
67         }
68
69         [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
70         public Hybrid(TLinkAddress value)
71         {
72             Ensure.OnDebug.IsUnsignedInteger<TLinkAddress>();
73             Value = value;
74         }
75
76         [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
77         public Hybrid(TLinkAddress value, bool isExternal)
78         {
79             if (_equalityComparer.Equals(value, default) && isExternal)
```

```

70     {
71         Value = ExternalZero;
72     }
73     else
74     {
75         if (isExternal)
76         {
77             Value = Math<TLinkAddress>.Negate(value);
78         }
79         else
80         {
81             Value = value;
82         }
83     }
84 }
85
86 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
87 public Hybrid(object value) => Value =
    ↪ To.UnsignedAs<TLinkAddress>(Convert.ChangeType(value,
    ↪ NumericType<TLinkAddress>.SignedVersion));
88
89 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
90 public Hybrid(object value, bool isExternal)
91 {
92     if (IsDefault(value) && isExternal)
93     {
94         Value = ExternalZero;
95     }
96     else
97     {
98         if (isExternal)
99         {
100             Value = _unboxAbsNegateAndConvert(value);
101         }
102         else
103         {
104             Value = _unboxAbsAndConvert(value);
105         }
106     }
107 }
108
109 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
110 public static implicit operator Hybrid<TLinkAddress>(TLinkAddress integer) => new
    ↪ Hybrid<TLinkAddress>(integer);
111
112 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
113 public static explicit operator Hybrid<TLinkAddress>(ulong integer) => new
    ↪ Hybrid<TLinkAddress>(integer);
114
115 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
116 public static explicit operator Hybrid<TLinkAddress>(long integer) => new
    ↪ Hybrid<TLinkAddress>(integer);
117
118 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
119 public static explicit operator Hybrid<TLinkAddress>(uint integer) => new
    ↪ Hybrid<TLinkAddress>(integer);
120
121 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
122 public static explicit operator Hybrid<TLinkAddress>(int integer) => new
    ↪ Hybrid<TLinkAddress>(integer);
123
124 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
125 public static explicit operator Hybrid<TLinkAddress>(ushort integer) => new
    ↪ Hybrid<TLinkAddress>(integer);
126
127 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
128 public static explicit operator Hybrid<TLinkAddress>(short integer) => new
    ↪ Hybrid<TLinkAddress>(integer);
129
130 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
131 public static explicit operator Hybrid<TLinkAddress>(byte integer) => new
    ↪ Hybrid<TLinkAddress>(integer);
132
133 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
134 public static explicit operator Hybrid<TLinkAddress>(sbyte integer) => new
    ↪ Hybrid<TLinkAddress>(integer);
135
136 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]

```

```

137 public static implicit operator TLinkAddress(Hybrid<TLinkAddress> hybrid) =>
138     ↪ hybrid.Value;
139
140 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
141 public static explicit operator ulong(Hybrid<TLinkAddress> hybrid) =>
142     ↪ CheckedConverter<TLinkAddress, ulong>.Default.Convert(hybrid.Value);
143
144 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
145 public static explicit operator long(Hybrid<TLinkAddress> hybrid) =>
146     ↪ hybrid.AbsoluteValue;
147
148 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
149 public static explicit operator uint(Hybrid<TLinkAddress> hybrid) =>
150     ↪ CheckedConverter<TLinkAddress, uint>.Default.Convert(hybrid.Value);
151
152 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
153 public static explicit operator int(Hybrid<TLinkAddress> hybrid) =>
154     ↪ (int)hybrid.AbsoluteValue;
155
156 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
157 public static explicit operator ushort(Hybrid<TLinkAddress> hybrid) =>
158     ↪ CheckedConverter<TLinkAddress, ushort>.Default.Convert(hybrid.Value);
159
160 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
161 public static explicit operator short(Hybrid<TLinkAddress> hybrid) =>
162     ↪ (short)hybrid.AbsoluteValue;
163
164 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
165 public static explicit operator byte(Hybrid<TLinkAddress> hybrid) =>
166     ↪ CheckedConverter<TLinkAddress, byte>.Default.Convert(hybrid.Value);
167
168 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
169 public static explicit operator sbyte(Hybrid<TLinkAddress> hybrid) =>
170     ↪ (sbyte)hybrid.AbsoluteValue;
171
172 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
173 public override string ToString() => IsNothing ? default(TLinkAddress) == null ?
174     ↪ "Nothing" : default(TLinkAddress).ToString() : IsExternal ? $"<{AbsoluteValue}>" :
175     ↪ Value.ToString();
176
177 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
178 public bool Equals(Hybrid<TLinkAddress> other) => _equalityComparer.Equals(Value,
179     ↪ other.Value);
180
181 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
182 public override bool Equals(object obj) => obj is Hybrid<TLinkAddress> hybrid ?
183     ↪ Equals(hybrid) : false;
184
185 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
186 public override int GetHashCode() => Value.GetHashCode();
187
188 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
189 public static bool operator ==(Hybrid<TLinkAddress> left, Hybrid<TLinkAddress> right) =>
190     ↪ left.Equals(right);
191
192 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
193 public static bool operator !=(Hybrid<TLinkAddress> left, Hybrid<TLinkAddress> right) =>
194     ↪ !(left == right);
195
196 private static bool IsDefault(object value)
197 {
198     var type = value.GetType();
199     if (type.IsValueType)
200     {
201         return value.Equals(Activator.CreateInstance(type));
202     }
203     return value == null;
204 }
205
206 private static Func<object, TLinkAddress> CompileUnboxAbsNegateAndConvertDelegate()
207 {
208     return DelegateHelpers.Compile<Func<object, TLinkAddress>>(emitter =>
209     {
210         Ensure.Always.IsUnsignedInteger<TLinkAddress>();
211         emitter.LoadArgument(0);
212         var signedVersion = NumericType<TLinkAddress>.SignedVersion;
213     });
214 }

```

```

198     var signedVersionField =
199         ↳ typeof(NumericType<TLinkAddress>).GetTypeInfo().GetField("SignedVersion",
200         ↳ BindingFlags.Static | BindingFlags.Public);
201     //emitter.LoadField(signedVersionField);
202     emitter.Emit(OpCodes.Ldsfld, signedVersionField);
203     var changeTypeMethod = typeof(Convert).GetTypeInfo().GetMethod("ChangeType",
204     ↳ Types<object, Type>.Array);
205     emitter.Call(changeTypeMethod);
206     emitter.UnboxValue(signedVersion);
207     var absMethod = typeof(System.Math).GetTypeInfo().GetMethod("Abs", new[] {
208     ↳ signedVersion });
209     emitter.Call(absMethod);
210     var negateMethod = typeof(Platform.Numbers.Math).GetTypeInfo().GetMethod("Negate",
211     ↳ ").MakeGenericMethod(signedVersion);
212     emitter.Call(negateMethod);
213     var unsignedMethod = typeof(To).GetTypeInfo().GetMethod("Unsigned", new[] {
214     ↳ signedVersion });
215     emitter.Call(unsignedMethod);
216     emitter.Return();
217     });
218 }
219
220 private static Func<object, TLinkAddress> CompileUnboxAbsAndConvertDelegate()
221 {
222     return DelegateHelpers.Compile<Func<object, TLinkAddress>>(emitter =>
223     {
224         Ensure.Always.IsUnsignedInteger<TLinkAddress>();
225         emitter.LoadArgument(0);
226         var signedVersion = NumericType<TLinkAddress>.SignedVersion;
227         var signedVersionField =
228             ↳ typeof(NumericType<TLinkAddress>).GetTypeInfo().GetField("SignedVersion",
229             ↳ BindingFlags.Static | BindingFlags.Public);
230         //emitter.LoadField(signedVersionField);
231         emitter.Emit(OpCodes.Ldsfld, signedVersionField);
232         var changeTypeMethod = typeof(Convert).GetTypeInfo().GetMethod("ChangeType",
233         ↳ Types<object, Type>.Array);
234         emitter.Call(changeTypeMethod);
235         emitter.UnboxValue(signedVersion);
236         var absMethod = typeof(System.Math).GetTypeInfo().GetMethod("Abs", new[] {
237         ↳ signedVersion });
238         emitter.Call(absMethod);
239         var unsignedMethod = typeof(To).GetTypeInfo().GetMethod("Unsigned", new[] {
240         ↳ signedVersion });
241         emitter.Call(unsignedMethod);
242         emitter.Return();
243     });
244 }
245 }

```

1.6 ./Platform.Data/ILinks.cs

```

1  using System;
2  using System.Collections.Generic;
3
4  #pragma warning disable CS1591 // Missing XML comment for publicly visible type or member
5
6  namespace Platform.Data
7  {
8      /// <summary>
9      /// Представляет интерфейс для работы с данными в формате Links (хранилища взаимосвязей).
10     /// </summary>
11     /// <remarks>
12     /// Этот интерфейс в данный момент не зависит от размера содержимого связи, а значит
13     ↳ подходит как для дуплетов, так и для триплетов и т.п.
14     /// Возможно этот интерфейс подходит даже для Sequences.
15     /// </remarks>
16     public interface ILinks<TLinkAddress, TConstants>
17     where TConstants : LinksConstants<TLinkAddress>
18     {
19         #region Constants
20
21         /// <summary>
22         /// Возвращает набор констант, который необходим для эффективной коммуникации с методами
23         ↳ этого интерфейса.
24         /// Эти константы не меняются с момента создания точки доступа к хранилищу.
25         /// </summary>
26         TConstants Constants { get; }
27     }

```

```

26     #endregion
27
28     #region Read
29
30     /// <summary>
31     /// Подсчитывает и возвращает общее число связей находящихся в хранилище,
32     /// соответствующих указанным ограничениям.
33     /// </summary>
34     /// <param name="restriction">Ограничения на содержимое связей.</param>
35     /// <returns>Общее число связей находящихся в хранилище, соответствующих указанным
36     ///     ограничениям.</returns>
37     TLinkAddress Count(IList<TLinkAddress> restriction);
38
39     /// <summary>
40     /// Выполняет проход по всем связям, соответствующим шаблону, вызывая обработчик
41     ///     (handler) для каждой подходящей связи.
42     /// </summary>
43     /// <param name="handler">Обработчик каждой подходящей связи.</param>
44     /// <param name="restrictions">Ограничения на содержимое связей. Каждое ограничение
45     ///     может иметь значения: Constants.Null - 0-я связь, обозначающая ссылку на пустоту,
46     ///     Any - отсутствие ограничения, 1..∞ конкретный индекс связи.</param>
47     /// <returns>True, в случае если проход по связям не был прерван и False в обратном
48     ///     случае.</returns>
49     TLinkAddress Each(Func<IList<TLinkAddress>, TLinkAddress> handler, IList<TLinkAddress>
50     ///     restrictions);
51
52     #endregion
53
54     #region Write
55
56     /// <summary>
57     /// Создаёт связь.
58     /// </summary>
59     /// <returns>Индекс созданной связи.</returns>
60     TLinkAddress Create(IList<TLinkAddress> restrictions); // TODO: Возможно всегда нужно
61     ///     принимать restrictions, возможно и возвращать связь нужно целиком.
62
63     /// <summary>
64     /// Обновляет связь с указанными restrictions[Constants.IndexPart] в адресом связи
65     ///     на связь с указанным новым содержимым.
66     /// </summary>
67     /// <param name="restrictions">
68     ///     Ограничения на содержимое связей.
69     ///     Предполагается, что будет указан индекс связи (в restrictions[Constants.IndexPart])
70     ///     и далее за ним будет следовать содержимое связи.
71     ///     Каждое ограничение может иметь значения: Constants.Null - 0-я связь, обозначающая
72     ///     ссылку на пустоту,
73     ///     Constants.Itself - требование установить ссылку на себя, 1..∞ конкретный индекс
74     ///     другой связи.
75     /// </param>
76     /// <param name="substitution"></param>
77     /// <returns>Индекс обновлённой связи.</returns>
78     TLinkAddress Update(IList<TLinkAddress> restrictions, IList<TLinkAddress> substitution);
79     ///     // TODO: Возможно и возвращать связь нужно целиком.
80
81     /// <summary>Удаляет связь с указанным индексом.</summary>
82     void Delete(IList<TLinkAddress> restrictions); // TODO: Возможно всегда нужно принимать
83     ///     restrictions, а так же возвращать удалённую связь, если удаление было реально
84     ///     выполнено, и Null, если нет.
85
86     #endregion
87 }

```

1.7 ./Platform.Data/ILinksExtensions.cs

```

1  using System;
2  using System.Collections.Generic;
3  using System.Runtime.CompilerServices;
4  using Platform.Setters;
5  using Platform.Data.Exceptions;
6
7  #pragma warning disable CS1591 // Missing XML comment for publicly visible type or member
8
9  namespace Platform.Data
10 {
11     public static class ILinksExtensions
12     {
13         [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]

```

```

14 public static TLinkAddress Count<TLinkAddress, TConstants>(this ILinks<TLinkAddress,
15     ↳ TConstants> links, params TLinkAddress[] restrictions)
16     where TConstants : LinksConstants<TLinkAddress>
17     => links.Count(restrictions);
18
19 /// <summary>
20 /// Возвращает значение, определяющее существует ли связь с указанным индексом в
21   ↳ хранилище связей.
22 /// </summary>
23 /// <param name="links">Хранилище связей.</param>
24 /// <param name="link">Индекс проверяемой на существование связи.</param>
25 /// <returns>Значение, определяющее существует ли связь.</returns>
26 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
27 public static bool Exists<TLinkAddress, TConstants>(this ILinks<TLinkAddress,
28     ↳ TConstants> links, TLinkAddress link)
29     where TConstants : LinksConstants<TLinkAddress>
30 {
31     var constants = links.Constants;
32     return constants.IsExternalReference(link) || (constants.IsInternalReference(link)
33         ↳ && Comparer<TLinkAddress>.Default.Compare(links.Count(new
34         ↳ LinkAddress<TLinkAddress>(link)), default) > 0);
35 }
36
37 /// <param name="links">Хранилище связей.</param>
38 /// <param name="link">Индекс проверяемой на существование связи.</param>
39 /// <remarks>
40 /// TODO: May be move to EnsureExtensions or make it both there and here
41 /// </remarks>
42 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
43 public static void EnsureLinkExists<TLinkAddress, TConstants>(this ILinks<TLinkAddress,
44     ↳ TConstants> links, TLinkAddress link)
45     where TConstants : LinksConstants<TLinkAddress>
46 {
47     if (!links.Exists(link))
48     {
49         throw new ArgumentLinkDoesNotExistsException<TLinkAddress>(link);
50     }
51 }
52
53 /// <param name="links">Хранилище связей.</param>
54 /// <param name="link">Индекс проверяемой на существование связи.</param>
55 /// <param name="argumentName">Имя аргумента, в который передаётся индекс связи.</param>
56 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
57 public static void EnsureLinkExists<TLinkAddress, TConstants>(this ILinks<TLinkAddress,
58     ↳ TConstants> links, TLinkAddress link, string argumentName)
59     where TConstants : LinksConstants<TLinkAddress>
60 {
61     if (!links.Exists(link))
62     {
63         throw new ArgumentLinkDoesNotExistsException<TLinkAddress>(link, argumentName);
64     }
65 }
66
67 /// <summary>
68 /// Выполняет проход по всем связям, соответствующим шаблону, вызывая обработчик
69   ↳ (handler) для каждой подходящей связи.
70 /// </summary>
71 /// <param name="links">Хранилище связей.</param>
72 /// <param name="handler">Обработчик каждой подходящей связи.</param>
73 /// <param name="restrictions">Ограничения на содержимое связей. Каждое ограничение
74   ↳ может иметь значения: Constants.Null - 0-я связь, обозначающая ссылку на пустоту,
75   ↳ Any - отсутствие ограничения, 1..∞ конкретный индекс связи.</param>
76 /// <returns>True, в случае если проход по связям не был прерван и False в обратном
77   ↳ случае.</returns>
78 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
79 public static TLinkAddress Each<TLinkAddress, TConstants>(this ILinks<TLinkAddress,
80     ↳ TConstants> links, Func<IList<TLinkAddress>, TLinkAddress> handler, params
81     ↳ TLinkAddress[] restrictions)
82     where TConstants : LinksConstants<TLinkAddress>
83     => links.Each(handler, restrictions);
84
85 /// <summary>
86 /// Возвращает части-значения для связи с указанным индексом.
87 /// </summary>
88 /// <param name="links">Хранилище связей.</param>
89 /// <param name="link">Индекс связи.</param>
90 /// <returns>Уникальную связь.</returns>
91 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]

```

```

79 public static IList<TLinkAddress> GetLink<TLinkAddress, TConstants>(this
    ↳ ILinks<TLinkAddress, TConstants> links, TLinkAddress link)
80 where TConstants : LinksConstants<TLinkAddress>
81 {
82     var constants = links.Constants;
83     if (constants.IsExternalReference(link))
84     {
85         return new Point<TLinkAddress>(link, constants.TargetPart + 1);
86     }
87     var linkPartsSetter = new Setter<IList<TLinkAddress>,
    ↳ TLinkAddress>(constants.Continue, constants.Break);
88     links.Each(linkPartsSetter.SetAndReturnTrue, link);
89     return linkPartsSetter.Result;
90 }
91
92 #region Points
93
94 /// <summary>Возвращает значение, определяющее является ли связь с указанным индексом
    ↳ точкой полностью (связью замкнутой на себе дважды).</summary>
95 /// <param name="links">Хранилище связей.</param>
96 /// <param name="link">Индекс проверяемой связи.</param>
97 /// <returns>Значение, определяющее является ли связь точкой полностью.</returns>
98 /// <remarks>
99 /// Связь точка - это связь, у которой начало (Source) и конец (Target) есть сама эта
    ↳ связь.
100 /// Но что, если точка уже есть, а нужно создать пару с таким же значением? Должны ли
    ↳ точка и пара существовать одновременно?
101 /// Или в качестве решения для точек нужно использовать 0 в качестве начала и конца, а
    ↳ сортировать по индексу в массиве связей?
102 /// Какое тогда будет значение Source и Target у точки? 0 или её индекс?
103 /// Или точка должна быть одновременно точкой и парой, а также последовательностями из
    ↳ самой себя любого размера?
104 /// Как только есть ссылка на себя, появляется этот парадокс, причём достаточно даже
    ↳ одной ссылки на себя (частичной точки).
105 /// А что если не выбирать что является точкой, пара нулей (цикл через пустоту) или
106 /// самостоятельный цикл через себя? Что если предоставить все варианты использования
    ↳ связей?
107 /// Что если разрешить и нули, а так же частичные варианты?
108 ///
109 /// Что если точка, это только в том случае когда link.Source == link &&
    ↳ link.Target == link , т.е. дважды ссылка на себя.
110 /// А пара это тогда, когда link.Source == link.Target && link.Source != link ,
    ↳ т.е. ссылка не на себя а во вне.
111 ///
112 /// Тогда если у нас уже создана пара, но нам нужна точка, мы можем используя
    ↳ промежуточную связь,
113 /// например "DoubletOf" обозначить что является точно парой, а что точно точкой.
114 /// И наоборот этот же метод поможет, если уже существует точка, но нам нужна пара.
115 /// </remarks>
116 public static bool IsFullPoint<TLinkAddress, TConstants>(this ILinks<TLinkAddress,
    ↳ TConstants> links, TLinkAddress link)
117 where TConstants : LinksConstants<TLinkAddress>
118 {
119     if (links.Constants.IsExternalReference(link))
120     {
121         return true;
122     }
123     links.EnsureLinkExists(link);
124     return Point<TLinkAddress>.IsFullPoint(links.GetLink(link));
125 }
126
127 /// <summary>Возвращает значение, определяющее является ли связь с указанным индексом
    ↳ точкой частично (связью замкнутой на себе как минимум один раз).</summary>
128 /// <param name="links">Хранилище связей.</param>
129 /// <param name="link">Индекс проверяемой связи.</param>
130 /// <returns>Значение, определяющее является ли связь точкой частично.</returns>
131 /// <remarks>
132 /// Достаточно любой одной ссылки на себя.
133 /// Также в будущем можно будет проверять и всех родителей, чтобы проверить есть ли
    ↳ ссылки на себя (на эту связь).
134 /// </remarks>
135 public static bool IsPartialPoint<TLinkAddress, TConstants>(this ILinks<TLinkAddress,
    ↳ TConstants> links, TLinkAddress link)
136 where TConstants : LinksConstants<TLinkAddress>
137 {
138     if (links.Constants.IsExternalReference(link))
139     {
140         return true;

```



```

141     }
142     links.EnsureLinkExists(link);
143     return Point<TLinkAddress>.IsPartialPoint(links.GetLink(link));
144 }
145
146 #endregion
147 }
148 }

```

1.8 ./Platform.Data/ISynchronizedLinks.cs

```

1 using Platform.Threading.Synchronization;
2
3 #pragma warning disable CS1591 // Missing XML comment for publicly visible type or member
4
5 namespace Platform.Data
6 {
7     public interface ISynchronizedLinks<TLinkAddress, TLinks, TConstants> :
8         ↳ ISynchronized<TLinks>, ILinks<TLinkAddress, TConstants>
9         where TLinks : ILinks<TLinkAddress, TConstants>
10         where TConstants : LinksConstants<TLinkAddress>
11     {
12     }
13 }

```

1.9 ./Platform.Data/LinkAddress.cs

```

1 using System;
2 using System.Collections;
3 using System.Collections.Generic;
4 using System.Runtime.CompilerServices;
5
6 #pragma warning disable CS1591 // Missing XML comment for publicly visible type or member
7
8 namespace Platform.Data
9 {
10     public class LinkAddress<TLinkAddress> : IEquatable<LinkAddress<TLinkAddress>>,
11         ↳ IList<TLinkAddress>
12     {
13         private static readonly EqualityComparer<TLinkAddress> _equalityComparer =
14             ↳ EqualityComparer<TLinkAddress>.Default;
15
16         public TLinkAddress Index
17         {
18             [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
19             get;
20         }
21
22         public TLinkAddress this[int index]
23         {
24             [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
25             get
26             {
27                 if (index == 0)
28                 {
29                     return Index;
30                 }
31                 else
32                 {
33                     throw new IndexOutOfRangeException();
34                 }
35             }
36             [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
37             set => throw new NotSupportedException();
38         }
39
40         public int Count => 1;
41
42         public bool IsReadOnly => true;
43
44         [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
45         public LinkAddress(TLinkAddress index) => Index = index;
46
47         [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
48         public void Add(TLinkAddress item) => throw new NotSupportedException();
49
50         [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
51         public void Clear() => throw new NotSupportedException();
52
53         [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
54         public virtual bool Contains(TLinkAddress item) => _equalityComparer.Equals(item, Index)
55             ↳ ? true : false;
56     }
57 }

```

```

53     [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
54     public void CopyTo(TLinkAddress[] array, int arrayIndex) => array[arrayIndex] = Index;
55
56     [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
57     public IEnumerator<TLinkAddress> GetEnumerator()
58     {
59         yield return Index;
60     }
61
62     [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
63     public virtual int IndexOf(TLinkAddress item) => _equalityComparer.Equals(item, Index) ?
64         ↪ 0 : -1;
65
66     [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
67     public void Insert(int index, TLinkAddress item) => throw new NotSupportedException();
68
69     [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
70     public bool Remove(TLinkAddress item) => throw new NotSupportedException();
71
72     [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
73     public void RemoveAt(int index) => throw new NotSupportedException();
74
75     [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
76     IEnumerator IEnumerable.GetEnumerator()
77     {
78         yield return Index;
79     }
80
81     [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
82     public virtual bool Equals(LinkAddress<TLinkAddress> other) =>
83         ↪ _equalityComparer.Equals(Index, other.Index);
84
85     [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
86     public static implicit operator TLinkAddress(LinkAddress<TLinkAddress> linkAddress) =>
87         ↪ linkAddress.Index;
88
89     [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
90     public static implicit operator LinkAddress<TLinkAddress>(TLinkAddress linkAddress) =>
91         ↪ new LinkAddress<TLinkAddress>(linkAddress);
92
93     [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
94     public override bool Equals(object obj) => obj is LinkAddress<TLinkAddress> linkAddress
95         ↪ ? Equals(linkAddress) : false;
96
97     [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
98     public override int GetHashCode() => Index.GetHashCode();
99
100    [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
101    public override string ToString() => Index.ToString();
102
103    [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
104    public static bool operator ==(LinkAddress<TLinkAddress> left, LinkAddress<TLinkAddress>
105        ↪ right) => left.Equals(right);
106
107    [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
108    public static bool operator !=(LinkAddress<TLinkAddress> left, LinkAddress<TLinkAddress>
109        ↪ right) => !(left == right);
110 }

```

1.10 ./Platform.Data/LinksConstants.cs

```

1  using Platform.Ranges;
2  using Platform.Reflection;
3  using Platform.Converters;
4  using Platform.Numbers;
5
6  #pragma warning disable CS1591 // Missing XML comment for publicly visible type or member
7
8  namespace Platform.Data
9  {
10     public class LinksConstants<TLinkAddress>
11     {
12         public static readonly int DefaultTargetPart = 2;
13
14         private static readonly TLinkAddress _one = Arithmetic<TLinkAddress>.Increment(default);
15         private static readonly UncheckedConverter<ulong, TLinkAddress>
16             ↪ _uInt64ToAddressConverter = UncheckedConverter<ulong, TLinkAddress>.Default;
17
18         #region Link parts

```

```

18  /// <summary>Возвращает индекс части, которая отвечает за индекс (адрес, идентификатор)
19  ↳ самой связи.</summary>
20  public int IndexPart { get; }
21
22  /// <summary>Возвращает индекс части, которая отвечает за ссылку на связь-начало (первая
23  ↳ часть-значение).</summary>
24  public int SourcePart { get; }
25
26  /// <summary>Возвращает индекс части, которая отвечает за ссылку на связь-конец
27  ↳ (последняя часть-значение).</summary>
28  public int TargetPart { get; }
29
30  #endregion
31
32  #region Flow control
33
34  /// <summary>Возвращает значение, обозначающее продолжение прохода по связям.</summary>
35  /// <remarks>Используется в функции обработчике, который передаётся в функцию
36  ↳ Each.</remarks>
37  public TLinkAddress Continue { get; }
38
39  /// <summary>Возвращает значение, обозначающее пропуск в проходе по связям.</summary>
40  public TLinkAddress Skip { get; }
41
42  /// <summary>Возвращает значение, обозначающее остановку прохода по связям.</summary>
43  /// <remarks>Используется в функции обработчике, который передаётся в функцию
44  ↳ Each.</remarks>
45  public TLinkAddress Break { get; }
46
47  #endregion
48
49  #region Special symbols
50
51  /// <summary>Возвращает значение, обозначающее отсутствие связи.</summary>
52  public TLinkAddress Null { get; }
53
54  /// <summary>Возвращает значение, обозначающее любую связь.</summary>
55  /// <remarks>Возможно нужно зарезервировать отдельное значение, тогда можно будет
56  ↳ создавать все варианты последовательностей в функции Create.</remarks>
57  public TLinkAddress Any { get; }
58
59  /// <summary>Возвращает значение, обозначающее связь-ссылку на саму связь.</summary>
60  public TLinkAddress Itself { get; }
61
62  #endregion
63
64  #region References
65
66  /// <summary>Возвращает диапазон возможных индексов для внутренних связей (внутренних
67  ↳ ссылок).</summary>
68  public Range<TLinkAddress> InternalReferencesRange { get; }
69
70  /// <summary>Возвращает диапазон возможных индексов для внешних связей (внешних
71  ↳ ссылок).</summary>
72  public Range<TLinkAddress>? ExternalReferencesRange { get; }
73
74  #endregion
75
76  public LinksConstants(int targetPart, Range<TLinkAddress>
77  ↳ possibleInternalReferencesRange, Range<TLinkAddress>?
78  ↳ possibleExternalReferencesRange)
79  {
80      IndexPart = 0;
81      SourcePart = 1;
82      TargetPart = targetPart;
83      Null = default;
84      Break = default;
85      var currentInternalReferenceIndex = possibleInternalReferencesRange.Maximum;
86      Continue = currentInternalReferenceIndex;
87      Decrement(ref currentInternalReferenceIndex);
88      Skip = currentInternalReferenceIndex;
89      Decrement(ref currentInternalReferenceIndex);
90      Any = currentInternalReferenceIndex;
91      Decrement(ref currentInternalReferenceIndex);
92      Itself = currentInternalReferenceIndex;
93      Decrement(ref currentInternalReferenceIndex);
94      InternalReferencesRange = (possibleInternalReferencesRange.Minimum,
95  ↳ currentInternalReferenceIndex);
96      ExternalReferencesRange = possibleExternalReferencesRange;

```

```

87     }
88
89     public LinksConstants(int targetPart, bool enableExternalReferencesSupport) :
90     ↪ this(targetPart, GetDefaultInternalReferencesRange(enableExternalReferencesSupport),
91     ↪ GetDefaultExternalReferencesRange(enableExternalReferencesSupport)) { }
92
93     public LinksConstants(Range<TLinkAddress> possibleInternalReferencesRange,
94     ↪ Range<TLinkAddress>? possibleExternalReferencesRange) : this(DefaultTargetPart,
95     ↪ possibleInternalReferencesRange, possibleExternalReferencesRange) { }
96
97     public LinksConstants(bool enableExternalReferencesSupport) :
98     ↪ this(GetDefaultInternalReferencesRange(enableExternalReferencesSupport),
99     ↪ GetDefaultExternalReferencesRange(enableExternalReferencesSupport)) { }
100
101     public LinksConstants(int targetPart, Range<TLinkAddress>
102     ↪ possibleInternalReferencesRange) : this(targetPart, possibleInternalReferencesRange,
103     ↪ null) { }
104
105     public LinksConstants(Range<TLinkAddress> possibleInternalReferencesRange) :
106     ↪ this(DefaultTargetPart, possibleInternalReferencesRange, null) { }
107
108     public LinksConstants() : this(DefaultTargetPart, enableExternalReferencesSupport:
109     ↪ false) { }
110
111     public static Range<TLinkAddress> GetDefaultInternalReferencesRange(bool
112     ↪ enableExternalReferencesSupport)
113     {
114         if (enableExternalReferencesSupport)
115         {
116             return (_one, _UInt64ToAddressConverter.Convert(Hybrid<TLinkAddress>.HalfOfNumbe
117             ↪ rValuesRange));
118         }
119         else
120         {
121             return (_one, NumericType<TLinkAddress>.MaxValue);
122         }
123     }
124
125     public static Range<TLinkAddress>? GetDefaultExternalReferencesRange(bool
126     ↪ enableExternalReferencesSupport)
127     {
128         if (enableExternalReferencesSupport)
129         {
130             return (_UInt64ToAddressConverter.Convert(Hybrid<TLinkAddress>.HalfOfNumberValue
131             ↪ sRange + 1UL),
132             ↪ NumericType<TLinkAddress>.MaxValue);
133         }
134         else
135         {
136             return null;
137         }
138     }
139
140     private static void Decrement(ref TLinkAddress currentInternalReferenceIndex) =>
141     ↪ currentInternalReferenceIndex = Arithmetic.Decrement(currentInternalReferenceIndex);
142 }
143 }

```

1.11 ./Platform.Data/LinksConstantsExtensions.cs

```

1  #pragma warning disable CS1591 // Missing XML comment for publicly visible type or member
2
3  using System.Runtime.CompilerServices;
4
5  namespace Platform.Data
6  {
7      public static class LinksConstantsExtensions
8      {
9          [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
10         public static bool IsReference<TLinkAddress>(this LinksConstants<TLinkAddress>
11         ↪ linksConstants, TLinkAddress address) => linksConstants.IsInternalReference(address)
12         ↪ || linksConstants.IsExternalReference(address);
13
14         [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
15         public static bool IsInternalReference<TLinkAddress>(this LinksConstants<TLinkAddress>
16         ↪ linksConstants, TLinkAddress address) =>
17         ↪ linksConstants.InternalReferencesRange.Contains(address);
18
19         [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]

```

```

16         public static bool IsExternalReference<TLinkAddress>(<this> LinksConstants<TLinkAddress>
17             ↪ linksConstants, TLinkAddress address) =>
18             ↪ linksConstants.ExternalReferencesRange?.Contains(address) ?? false;
17     }
18 }

```

1.12 ./Platform.Data/Numbers/Raw/AddressToRawNumberConverter.cs

```

1 using Platform.Converters;
2
3 #pragma warning disable CS1591 // Missing XML comment for publicly visible type or member
4
5 namespace Platform.Data.Numbers.Raw
6 {
7     public class AddressToRawNumberConverter<TLink> : IConverter<TLink>
8     {
9         public TLink Convert(TLink source) => new Hybrid<TLink>(source, isExternal: true);
10    }
11 }

```

1.13 ./Platform.Data/Numbers/Raw/RawNumberToAddressConverter.cs

```

1 using Platform.Converters;
2
3 #pragma warning disable CS1591 // Missing XML comment for publicly visible type or member
4
5 namespace Platform.Data.Numbers.Raw
6 {
7     public class RawNumberToAddressConverter<TLink> : IConverter<TLink>
8     {
9         static private readonly UncheckedConverter<long, TLink> _converter =
10             ↪ UncheckedConverter<long, TLink>.Default;
11
12         public TLink Convert(TLink source) => _converter.Convert(new
13             ↪ Hybrid<TLink>(source).AbsoluteValue);
14    }
15 }

```

1.14 ./Platform.Data/Point.cs

```

1 using System;
2 using System.Collections;
3 using System.Collections.Generic;
4 using System.Runtime.CompilerServices;
5 using Platform.Exceptions;
6 using Platform.Ranges;
7 using Platform.Collections;
8
9 #pragma warning disable CS1591 // Missing XML comment for publicly visible type or member
10
11 namespace Platform.Data
12 {
13     public class Point<TLinkAddress> : IEquatable<LinkAddress<TLinkAddress>>, IList<TLinkAddress>
14     {
15         private static readonly EqualityComparer<TLinkAddress> _equalityComparer =
16             ↪ EqualityComparer<TLinkAddress>.Default;
17
18         public TLinkAddress Index
19         {
20             [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
21             get;
22         }
23
24         public int Size
25         {
26             [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
27             get;
28         }
29
30         public TLinkAddress this[int index]
31         {
32             [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
33             get
34             {
35                 if (index < Size)
36                 {
37                     return Index;
38                 }
39                 else
40                 {
41                     throw new IndexOutOfRangeException();
42                 }
43             }
44         }
45     }
46 }

```

```

43     [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
44     set => throw new NotSupportedException();
45 }
46
47 public int Count => int.MaxValue;
48
49 public bool IsReadOnly => true;
50
51 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
52 public Point(TLinkAddress index, int size)
53 {
54     Index = index;
55     Size = size;
56 }
57
58 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
59 public void Add(TLinkAddress item) => throw new NotSupportedException();
60
61 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
62 public void Clear() => throw new NotSupportedException();
63
64 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
65 public virtual bool Contains(TLinkAddress item) => _equalityComparer.Equals(item, Index)
    ↳ ? true : false;
66
67 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
68 public void CopyTo(TLinkAddress[] array, int arrayIndex) => array[arrayIndex] = Index;
69
70 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
71 public IEnumerator<TLinkAddress> GetEnumerator()
72 {
73     for (int i = 0; i < Size; i++)
74     {
75         yield return Index;
76     }
77 }
78
79 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
80 public virtual int IndexOf(TLinkAddress item) => _equalityComparer.Equals(item, Index) ?
    ↳ 0 : -1;
81
82 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
83 public void Insert(int index, TLinkAddress item) => throw new NotSupportedException();
84
85 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
86 public bool Remove(TLinkAddress item) => throw new NotSupportedException();
87
88 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
89 public void RemoveAt(int index) => throw new NotSupportedException();
90
91 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
92 IEnumerable IEnumerable.GetEnumerator()
93 {
94     for (int i = 0; i < Size; i++)
95     {
96         yield return Index;
97     }
98 }
99
100 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
101 public virtual bool Equals(LinkAddress<TLinkAddress> other) =>
    ↳ _equalityComparer.Equals(Index, other.Index);
102
103 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
104 public static implicit operator TLinkAddress(Point<TLinkAddress> linkAddress) =>
    ↳ linkAddress.Index;
105
106 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
107 public override bool Equals(object obj) => obj is Point<TLinkAddress> linkAddress ?
    ↳ Equals(linkAddress) : false;
108
109 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
110 public override int GetHashCode() => Index.GetHashCode();
111
112 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
113 public override string ToString() => Index.ToString();
114
115 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
116 public static bool operator ==(Point<TLinkAddress> left, Point<TLinkAddress> right) =>
    ↳ left.Equals(right);

```

```

117 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
118 public static bool operator !=(Point<TLinkAddress> left, Point<TLinkAddress> right) =>
119     ↳ !(left == right);
120
121 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
122 public static bool IsFullPoint(params TLinkAddress[] link) =>
123     ↳ IsFullPoint((IList<TLinkAddress>)link);
124
125 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
126 public static bool IsFullPoint(IList<TLinkAddress> link)
127 {
128     Ensure.Always.ArgumentNotEmpty(link, nameof(link));
129     Ensure.Always.ArgumentInRange(link.Count, new Range<int>(2, int.MaxValue),
130         ↳ nameof(link), "Cannot determine link's pointness using only its identifier.");
131     return IsFullPointUnchecked(link);
132 }
133
134 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
135 public static bool IsFullPointUnchecked(IList<TLinkAddress> link)
136 {
137     var result = true;
138     for (var i = 1; result && i < link.Count; i++)
139     {
140         result = _equalityComparer.Equals(link[0], link[i]);
141     }
142     return result;
143 }
144
145 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
146 public static bool IsPartialPoint(params TLinkAddress[] link) =>
147     ↳ IsPartialPoint((IList<TLinkAddress>)link);
148
149 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
150 public static bool IsPartialPoint(IList<TLinkAddress> link)
151 {
152     Ensure.Always.ArgumentNotEmpty(link, nameof(link));
153     Ensure.Always.ArgumentInRange(link.Count, new Range<int>(2, int.MaxValue),
154         ↳ nameof(link), "Cannot determine link's pointness using only its identifier.");
155     return IsPartialPointUnchecked(link);
156 }
157
158 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
159 public static bool IsPartialPointUnchecked(IList<TLinkAddress> link)
160 {
161     var result = false;
162     for (var i = 1; !result && i < link.Count; i++)
163     {
164         result = _equalityComparer.Equals(link[0], link[i]);
165     }
166     return result;
167 }
168 }
169 }

```

1.15 ./Platform.Data/Sequences/ISequenceAppender.cs

```

1 #pragma warning disable CS1591 // Missing XML comment for publicly visible type or member
2
3 namespace Platform.Data.Sequences
4 {
5     public interface ISequenceAppender<TLinkAddress>
6     {
7         TLinkAddress Append(TLinkAddress sequence, TLinkAddress appendant);
8     }
9 }

```

1.16 ./Platform.Data/Sequences/ISequenceWalker.cs

```

1 using System.Collections.Generic;
2
3 #pragma warning disable CS1591 // Missing XML comment for publicly visible type or member
4
5 namespace Platform.Data.Sequences
6 {
7     public interface ISequenceWalker<TLinkAddress>
8     {
9         IEnumerable<IList<TLinkAddress>> Walk(TLinkAddress sequence);
10     }
11 }

```

1.17 ./Platform.Data/Sequences/SequenceWalker.cs

```

1  using System;
2  using System.Collections.Generic;
3  using System.Runtime.CompilerServices;
4
5  #pragma warning disable CS1591 // Missing XML comment for publicly visible type or member
6
7  namespace Platform.Data.Sequences
8  {
9      /// <remarks>
10     /// Реализованный внутри алгоритм наглядно показывает,
11     /// что совершенно не обязательна рекурсивная реализация (с вложенным вызовом функцией самой
12     /// ↪ себя),
13     /// так как стек можно использовать намного эффективнее при ручном управлении.
14     ///
15     /// Решить объединять ли логику в одну функцию, или оставить 4 отдельных реализации?
16     /// Решить встраивать ли защиту от закливания.
17     /// Альтернативой защиты от закливания может быть заранее известное ограничение на
18     /// ↪ погружение вглубь.
19     /// А так же качественное распознавание прохода по циклическому графу.
20     /// Ограничение на уровень глубины рекурсии может позволить использовать уменьшенный размер
21     /// ↪ стека.
22     /// Можно использовать глобальный стек (или несколько глобальных стеков на каждый поток).
23     /// </remarks>
24     public static class SequenceWalker
25     {
26         [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
27         public static void WalkRight<TLinkAddress>(TLinkAddress sequence, Func<TLinkAddress,
28             ↪ TLinkAddress> getSource, Func<TLinkAddress, TLinkAddress> getTarget,
29             ↪ Func<TLinkAddress, bool> isElement, Action<TLinkAddress> visit)
30         {
31             var stack = new Stack<TLinkAddress>();
32             var element = sequence;
33             if (isElement(element))
34             {
35                 visit(element);
36             }
37             else
38             {
39                 while (true)
40                 {
41                     if (isElement(element))
42                     {
43                         if (stack.Count == 0)
44                         {
45                             break;
46                         }
47                         element = stack.Pop();
48                         var source = getSource(element);
49                         var target = getTarget(element);
50                         if (isElement(source))
51                         {
52                             visit(source);
53                         }
54                         if (isElement(target))
55                         {
56                             visit(target);
57                         }
58                         element = target;
59                     }
60                     else
61                     {
62                         stack.Push(element);
63                         element = getSource(element);
64                     }
65                 }
66             }
67         }
68
69         [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
70         public static void WalkLeft<TLinkAddress>(TLinkAddress sequence, Func<TLinkAddress,
71             ↪ TLinkAddress> getSource, Func<TLinkAddress, TLinkAddress> getTarget,
72             ↪ Func<TLinkAddress, bool> isElement, Action<TLinkAddress> visit)
73         {
74             var stack = new Stack<TLinkAddress>();
75             var element = sequence;
76             if (isElement(element))
77             {
78                 visit(element);
79             }
80         }
81     }
82 }

```



```

72     }
73     else
74     {
75         while (true)
76         {
77             if (isElement(element))
78             {
79                 if (stack.Count == 0)
80                 {
81                     break;
82                 }
83                 element = stack.Pop();
84                 var source = getSource(element);
85                 var target = getTarget(element);
86                 if (isElement(target))
87                 {
88                     visit(target);
89                 }
90                 if (isElement(source))
91                 {
92                     visit(source);
93                 }
94                 element = source;
95             }
96             else
97             {
98                 stack.Push(element);
99                 element = getTarget(element);
100             }
101         }
102     }
103 }
104 }
105 }

```

1.18 ./Platform.Data/Sequences/StopableSequenceWalker.cs

```

1  using System;
2  using System.Collections.Generic;
3  using System.Runtime.CompilerServices;
4
5  #pragma warning disable CS1591 // Missing XML comment for publicly visible type or member
6
7  namespace Platform.Data.Sequences
8  {
9      /// <remarks>
10     /// Реализованный внутри алгоритм наглядно показывает,
11     /// что совершенно не обязательна рекурсивная реализация (с вложенным вызовом функцией самой
12     /// ↪ себя),
13     /// так как стек можно использовать намного эффективнее при ручном управлении.
14     ///
15     /// Решить объединять ли логику в одну функцию, или оставить 4 отдельных реализации?
16     /// Решить встраивать ли защиту от заикливания.
17     /// Альтернативой защиты от заикливания может быть заранее известное ограничение на
18     /// ↪ погружение вглубь.
19     /// А так же качественное распознавание прохода по циклическому графу.
20     /// Ограничение на уровень глубины рекурсии может позволить использовать уменьшенный размер
21     /// ↪ стека.
22     /// Можно использовать глобальный стек (или несколько глобальных стеков на каждый поток).
23     /// </remarks>
24     public static class StopableSequenceWalker
25     {
26         [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
27         public static bool WalkRight<TLinkAddress>(TLinkAddress sequence, Func<TLinkAddress,
28             ↪ TLinkAddress> getSource, Func<TLinkAddress, TLinkAddress> getTarget,
29             ↪ Func<TLinkAddress, bool> isElement, Action<TLinkAddress> enter, Action<TLinkAddress>
30             ↪ exit, Func<TLinkAddress, bool> canEnter, Func<TLinkAddress, bool> visit)
31         {
32             var exited = 0;
33             var stack = new Stack<TLinkAddress>();
34             var element = sequence;
35             if (isElement(element))
36             {
37                 return visit(element);
38             }
39             while (true)
40             {
41                 if (isElement(element))
42                 {
43                     if (stack.Count == 0)

```

```

38     {
39         return true;
40     }
41     element = stack.Pop();
42     exit(element);
43     exited++;
44     var source = getSource(element);
45     var target = getTarget(element);
46     if ((isElement(source) || (exited == 1 && !canEnter(source))) &&
        ↪ !visit(source))
47     {
48         return false;
49     }
50     if ((isElement(target) || !canEnter(target)) && !visit(target))
51     {
52         return false;
53     }
54     element = target;
55 }
56 else
57 {
58     if (canEnter(element))
59     {
60         enter(element);
61         exited = 0;
62         stack.Push(element);
63         element = getSource(element);
64     }
65     else
66     {
67         if (stack.Count == 0)
68         {
69             return true;
70         }
71         element = stack.Pop();
72         exit(element);
73         exited++;
74         var source = getSource(element);
75         var target = getTarget(element);
76         if ((isElement(source) || (exited == 1 && !canEnter(source))) &&
            ↪ !visit(source))
77         {
78             return false;
79         }
80         if ((isElement(target) || !canEnter(target)) && !visit(target))
81         {
82             return false;
83         }
84         element = target;
85     }
86 }
87 }
88 }
89
90 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
91 public static bool WalkRight<TLinkAddress>(TLinkAddress sequence, Func<TLinkAddress,
    ↪ TLinkAddress> getSource, Func<TLinkAddress, TLinkAddress> getTarget,
    ↪ Func<TLinkAddress, bool> isElement, Func<TLinkAddress, bool> visit)
92 {
93     var stack = new Stack<TLinkAddress>();
94     var element = sequence;
95     if (isElement(element))
96     {
97         return visit(element);
98     }
99     while (true)
100     {
101         if (isElement(element))
102         {
103             if (stack.Count == 0)
104             {
105                 return true;
106             }
107             element = stack.Pop();
108             var source = getSource(element);
109             var target = getTarget(element);
110             if (isElement(source) && !visit(source))
111             {
112                 return false;

```

```

113     }
114     if (isElement(target) && !visit(target))
115     {
116         return false;
117     }
118     element = target;
119 }
120 else
121 {
122     stack.Push(element);
123     element = getSource(element);
124 }
125 }
126 }
127
128 [MethodImpl(MethodImplOptions.AggressiveInlining)]
129 public static bool WalkLeft<TLinkAddress>(TLinkAddress sequence, Func<TLinkAddress,
    ↪ TLinkAddress> getSource, Func<TLinkAddress, TLinkAddress> getTarget,
    ↪ Func<TLinkAddress, bool> isElement, Func<TLinkAddress, bool> visit)
130 {
131     var stack = new Stack<TLinkAddress>();
132     var element = sequence;
133     if (isElement(element))
134     {
135         return visit(element);
136     }
137     while (true)
138     {
139         if (isElement(element))
140         {
141             if (stack.Count == 0)
142             {
143                 return true;
144             }
145             element = stack.Pop();
146             var source = getSource(element);
147             var target = getTarget(element);
148             if (isElement(target) && !visit(target))
149             {
150                 return false;
151             }
152             if (isElement(source) && !visit(source))
153             {
154                 return false;
155             }
156             element = source;
157         }
158         else
159         {
160             stack.Push(element);
161             element = getTarget(element);
162         }
163     }
164 }
165 }
166 }

```

1.19 ./Platform.Data/Universal/IUniLinks.cs

```

1  using System;
2  using System.Collections.Generic;
3
4  // ReSharper disable TypeParameterCanBeVariant
5  #pragma warning disable CS1591 // Missing XML comment for publicly visible type or member
6
7  namespace Platform.Data.Universal
8  {
9      /// <remarks>Minimal sufficient universal Links API (for bulk operations).</remarks>
10     public partial interface IUniLinks<TLinkAddress>
11     {
12         IList<IList<IList<TLinkAddress>>> Trigger(IList<TLinkAddress> condition,
            ↪ IList<TLinkAddress> substitution);
13     }
14
15     /// <remarks>Minimal sufficient universal Links API (for step by step operations).</remarks>
16     public partial interface IUniLinks<TLinkAddress>
17     {
18         /// <returns>
19         /// TLinkAddress that represents True (was finished fully) or TLinkAddress that
            ↪ represents False (was stopped).

```

```

20     /// This is done to assure ability to push up stop signal through recursion stack.
21     /// </returns>
22     /// <remarks>
23     /// { 0, 0, 0 } => { itself, itself, itself } // create
24     /// { 1, any, any } => { itself, any, 3 } // update
25     /// { 3, any, any } => { 0, 0, 0 } // delete
26     /// </remarks>
27     TLinkAddress Trigger(IList<TLinkAddress> patternOrCondition, Func<IList<TLinkAddress>,
28         ↪ TLinkAddress> matchHandler,
29         IList<TLinkAddress> substitution, Func<IList<TLinkAddress>,
30         ↪ IList<TLinkAddress>, TLinkAddress> substitutionHandler);
31
32     TLinkAddress Trigger(IList<TLinkAddress> restriction, Func<IList<TLinkAddress>,
33         ↪ IList<TLinkAddress>, TLinkAddress> matchedHandler,
34         IList<TLinkAddress> substitution, Func<IList<TLinkAddress>, IList<TLinkAddress>,
35         ↪ TLinkAddress> substitutedHandler);
36 }
37
38 /// <remarks>Extended with small optimization.</remarks>
39 public partial interface IUniLinks<TLinkAddress>
40 {
41     /// <remarks>
42     /// Something simple should be simple and optimized.
43     /// </remarks>
44     TLinkAddress Count(IList<TLinkAddress> restrictions);
45 }

```

1.20 ./Platform.Data/Universal/IUniLinksCRUD.cs

```

1  using System;
2  using System.Collections.Generic;
3
4  // ReSharper disable TypeParameterCanBeVariant
5  #pragma warning disable CS1591 // Missing XML comment for publicly visible type or member
6
7  namespace Platform.Data.Universal
8  {
9      /// <remarks>
10     /// CRUD aliases for IUniLinks.
11     /// </remarks>
12     public interface IUniLinksCRUD<TLinkAddress>
13     {
14         TLinkAddress Read(int partType, TLinkAddress link);
15         TLinkAddress Read(Func<TLinkAddress, bool> handler, IList<TLinkAddress> pattern);
16         TLinkAddress Create(IList<TLinkAddress> parts);
17         TLinkAddress Update(IList<TLinkAddress> before, IList<TLinkAddress> after);
18         void Delete(IList<TLinkAddress> parts);
19     }
20 }

```

1.21 ./Platform.Data/Universal/IUniLinksGS.cs

```

1  using System;
2  using System.Collections.Generic;
3
4  // ReSharper disable TypeParameterCanBeVariant
5  #pragma warning disable CS1591 // Missing XML comment for publicly visible type or member
6
7  namespace Platform.Data.Universal
8  {
9      /// <remarks>
10     /// Get/Set aliases for IUniLinks.
11     /// </remarks>
12     public interface IUniLinksGS<TLinkAddress>
13     {
14         TLinkAddress Get(int partType, TLinkAddress link);
15         TLinkAddress Get(Func<TLinkAddress, bool> handler, IList<TLinkAddress> pattern);
16         TLinkAddress Set(IList<TLinkAddress> before, IList<TLinkAddress> after);
17     }
18 }

```

1.22 ./Platform.Data/Universal/IUniLinksIO.cs

```

1  using System;
2  using System.Collections.Generic;
3
4  // ReSharper disable TypeParameterCanBeVariant
5  #pragma warning disable CS1591 // Missing XML comment for publicly visible type or member
6
7  namespace Platform.Data.Universal
8  {

```

```

9      /// <remarks>
10     /// In/Out aliases for IUniLinks.
11     /// TLinkAddress can be any number type of any size.
12     /// </remarks>
13     public interface IUniLinksIO<TLinkAddress>
14     {
15         /// <remarks>
16         /// default(TLinkAddress) means any link.
17         /// Single element pattern means just element (link).
18         /// Handler gets array of link contents.
19         /// * link[0] is index or identifier.
20         /// * link[1] is source or first.
21         /// * link[2] is target or second.
22         /// * link[3] is linker or third.
23         /// * link[n] is nth part/parent/element/value
24         /// of link (if variable length links used).
25         ///
26         /// Stops and returns false if handler return false.
27         ///
28         /// Acts as Each, Foreach, Select, Search, Match & ...
29         ///
30         /// Handles all links in store if pattern/restrictions is not defined.
31         /// </remarks>
32         bool Out(Func<IList<TLinkAddress>, bool> handler, IList<TLinkAddress> pattern);
33
34         /// <remarks>
35         /// default(TLinkAddress) means itself.
36         /// Equivalent to:
37         /// * creation if before == null
38         /// * deletion if after == null
39         /// * update if before != null & & after != null
40         /// * default(TLinkAddress) if before == null & & after == null
41         ///
42         /// Possible interpretation
43         /// * In(null, new[] { }) creates point (link that points to itself using minimum number
44         ///   ↳ of parts).
45         /// * In(new[] { 4 }, null) deletes 4th link.
46         /// * In(new[] { 4 }, new [] { 5 }) delete 5th link if it exists and moves 4th link to
47         ///   ↳ 5th index.
48         /// * In(new[] { 4 }, new [] { 0, 2, 3 }) replaces 4th link with new doublet link (with
49         ///   ↳ 2 as source and 3 as target), 0 means it can be placed in any address.
50         /// ...
51         /// </remarks>
52         TLinkAddress In(IList<TLinkAddress> before, IList<TLinkAddress> after);
53     }
54 }

```

1.23 ./Platform.Data/Universal/IUniLinksIOWithExtensions.cs

```

1  // ReSharper disable TypeParameterCanBeVariant
2  #pragma warning disable CS1591 // Missing XML comment for publicly visible type or member
3
4  using System.Collections.Generic;
5
6  namespace Platform.Data.Universal
7  {
8      /// <remarks>Contains some optimizations of Out.</remarks>
9      public interface IUniLinksIOWithExtensions<TLinkAddress> : IUniLinksIO<TLinkAddress>
10     {
11         /// <remarks>
12         /// default(TLinkAddress) means nothing or null.
13         /// Single element pattern means just element (link).
14         /// OutPart(n, null) returns default(TLinkAddress).
15         /// OutPart(0, pattern) ~ Exists(link) or Search(pattern)
16         /// OutPart(1, pattern) ~ GetSource(link) or GetSource(Search(pattern))
17         /// OutPart(2, pattern) ~ GetTarget(link) or GetTarget(Search(pattern))
18         /// OutPart(3, pattern) ~ GetLinkAddresser(link) or GetLinkAddresser(Search(pattern))
19         /// OutPart(n, pattern) => For any variable length links, returns link or
20         ///   ↳ default(TLinkAddress).
21         ///
22         /// Outs(returns) inner contents of link, its part/parent/element/value.
23         /// </remarks>
24         TLinkAddress OutOne(int partType, IList<TLinkAddress> pattern);
25
26         /// <remarks>OutCount() returns total links in store as array.</remarks>
27         IList<IList<TLinkAddress>> OutAll(IList<TLinkAddress> pattern);
28
29         /// <remarks>OutCount() returns total amount of links in store.</remarks>
30         ulong OutCount(IList<TLinkAddress> pattern);
31     }
32 }

```

```
30     }
31 }
```

1.24 ./Platform.Data/Universal/IUniLinksRW.cs

```
1 using System;
2 using System.Collections.Generic;
3
4 // ReSharper disable TypeParameterCanBeVariant
5 #pragma warning disable CS1591 // Missing XML comment for publicly visible type or member
6
7 namespace Platform.Data.Universal
8 {
9     /// <remarks>
10    /// Read/Write aliases for IUniLinks.
11    /// </remarks>
12    public interface IUniLinksRW<TLinkAddress>
13    {
14        TLinkAddress Read(int partType, TLinkAddress link);
15        bool Read(Func<TLinkAddress, bool> handler, IList<TLinkAddress> pattern);
16        TLinkAddress Write(IList<TLinkAddress> before, IList<TLinkAddress> after);
17    }
18 }
```

1.25 ./Platform.Data.Tests/LinksConstantsTests.cs

```
1 using Xunit;
2 using Platform.Reflection;
3 using Platform.Converters;
4 using Platform.Numbers;
5
6 namespace Platform.Data.Tests
7 {
8     public static class LinksConstantsTests
9     {
10         [Fact]
11         public static void ExternalReferencesTest()
12         {
13             TestExternalReferences<ulong, long>();
14             TestExternalReferences<uint, int>();
15             TestExternalReferences<ushort, short>();
16             TestExternalReferences<byte, sbyte>();
17         }
18
19         private static void TestExternalReferences<TUnsigned, TSigned>()
20         {
21             var unsingedOne = Arithmetic.Increment(default(TUnsigned));
22             var converter = UncheckedConverter<TSigned, TUnsigned>.Default;
23             var half = converter.Convert(NumericType<TSigned>.MaxValue);
24             LinksConstants<TUnsigned> constants = new LinksConstants<TUnsigned>((unsingedOne,
25                 ↪ half), (Arithmetic.Add(half, unsingedOne), NumericType<TUnsigned>.MaxValue));
26
27             var minimum = new Hybrid<TUnsigned>(default, isExternal: true);
28             var maximum = new Hybrid<TUnsigned>(half, isExternal: true);
29
30             Assert.True(constants.IsExternalReference(minimum));
31             Assert.True(minimum.IsExternal);
32             Assert.False(minimum.IsInternal);
33             Assert.True(constants.IsExternalReference(maximum));
34             Assert.True(maximum.IsExternal);
35             Assert.False(maximum.IsInternal);
36         }
37     }
38 }
```

Index

- ./Platform.Data.Tests/LinksConstantsTests.cs, 22
- ./Platform.Data/Exceptions/ArgumentLinkDoesNotExistsException.cs, 1
- ./Platform.Data/Exceptions/ArgumentLinkHasDependenciesException.cs, 1
- ./Platform.Data/Exceptions/LinkWithSameValueAlreadyExistsException.cs, 1
- ./Platform.Data/Exceptions/LinksLimitReachedException.cs, 1
- ./Platform.Data/Hybrid.cs, 1
- ./Platform.Data/ILinks.cs, 5
- ./Platform.Data/ILinksExtensions.cs, 6
- ./Platform.Data/ISynchronizedLinks.cs, 9
- ./Platform.Data/LinkAddress.cs, 9
- ./Platform.Data/LinksConstants.cs, 10
- ./Platform.Data/LinksConstantsExtensions.cs, 12
- ./Platform.Data/Numbers/Raw/AddressToRawNumberConverter.cs, 13
- ./Platform.Data/Numbers/Raw/RawNumberToAddressConverter.cs, 13
- ./Platform.Data/Point.cs, 13
- ./Platform.Data/Sequences/ISequenceAppender.cs, 15
- ./Platform.Data/Sequences/ISequenceWalker.cs, 15
- ./Platform.Data/Sequences/SequenceWalker.cs, 15
- ./Platform.Data/Sequences/StopableSequenceWalker.cs, 17
- ./Platform.Data/Universal/IUniLinks.cs, 19
- ./Platform.Data/Universal/IUniLinksCRUD.cs, 20
- ./Platform.Data/Universal/IUniLinksGS.cs, 20
- ./Platform.Data/Universal/IUniLinksIO.cs, 20
- ./Platform.Data/Universal/IUniLinksIOWithExtensions.cs, 21
- ./Platform.Data/Universal/IUniLinksRW.cs, 22