

**Проектирование баз данных автодорожной отрасли на основе
теоретико-множественного анализа сложных систем****© Анна Александровна Степаненко, Владимир Иванович Мартьянов**

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия

Автор, ответственный за переписку: Мартьянов Владимир Иванович, martvliv@mail.ru

Аннотация. Цель – разработка методики проектирования баз данных автодорожной отрасли, удовлетворяющих требованиям цифровой экономики. В работе применен теоретико-множественный анализ сложных систем, реализуемых реляционными базами данных (БД). Такой подход соответствует современным тенденциям мировой цифровой экономики, где реляционные БД обеспечивают эффективную работу банковского сектора, управления промышленным производством, быструю обработку данных (банковские карты клиентов, поиск в интернет-пространстве) и др. Кафедрой автомобильных дорог ИРНИТУ создана и развивается БД по автомобильным дорогам Иркутской области. В работе рассматривается идеология этого проекта и планы его дальнейшего развития в перспективе возможности использования данной базы данных удаленными пользователями. Специфика цифровой экономики РФ требует создания отраслевых и территориальных баз данных, включая БД по автомобильным дорогам регионов РФ. В статье предлагаются достаточно эффективные решения такой БД, включая, в частности, подключение удаленных пользователей к серверной базе данных на основе атрибутивных характеристик для ограничения доступного контента для удаленного пользователя и допустимых для него изменений серверной части данных.

Ключевые слова: цифровая экономика, реляционные базы данных, теоретико-множественный анализ, автодорожная отрасль

Для цитирования: Степаненко А. А., Мартьянов В. И. Проектирование баз данных автодорожной отрасли на основе теоретико-множественного анализа сложных систем // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2022. Т. 12. № 2. С. 214–223. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2022-2-214-223>.

Original article**Design of databases in road industry using set-theory
analysis of complex systems****Anna A. Stepanenko, Vladimir I. Martyanov**

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

Corresponding author: Vladimir I. Martyanov, martvliv@mail.ru

Abstract. In the article, a method for designing databases for the road industry that meets the requirements of the digital economy was developed. The set-theory analysis of complex systems implemented by relational databases (RDBs) was used. This approach meets current trends in the global digital economy, where relational databases provide efficient operation of the banking sector, industrial production management, fast data processing (bank cards, Internet search), etc. The Department of Roads at Irkutsk National Research Technical University designed and is developing the road database for the Irkutsk region. The paper considers the concept of this project and prospects of its further development with a view to the possible use of this database by remote users. The specifics of digital economy in the Russian Federation call for establishing branches and territorial databases, including the road database for the Russian regions. The efficient solutions for such a database were proposed, including, in particular, integrating remote users with the back-end database based on the attribute characteristics to limit the available content and allowable changes to the back-end data.

Keywords: digital economy, relational databases, set-theoretic analysis, road industry

For citation: Stepanenko A. A., Martyanov V. I. Design of databases in road industry using set-theory analysis of complex systems. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate.* 2022;12(2):214-223. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2022-2-214-223>.

Введение

Специфика цифровой экономики [1] требует создания отраслевых и территориальных баз данных (БД), включая БД по автомобильным дорогам регионов РФ. Кафедрой автомобильных дорог ИРНТУ создана и развивается БД по автомобильным дорогам Иркутской области [2–4]. Идеология этого проекта и планы дальнейшего развития в перспективе возможности ее использования удаленными пользователями рассматриваются в данной статье.

Методы

1. Теоретико-множественный анализ организации проекта БД

БД по автомобильным дорогам Иркутской области является реляционной [5, 6], что соответствует современным тенденциям и позволяет использовать технологии *BigTable*¹ [7], обеспечивающие эффективную работу вне зависимости от объема данных.

С точки зрения теоретико-множественного анализа домены реляционной БД $M_1, M_2, \dots, M_n$ и таблицы $T_1, T_2, \dots, T_k$ образуют многоосновную модель $\langle M_1, M_2, \dots, M_n; T_1, T_2, \dots, T_k \rangle$, где вычислимость отношений $T_1, T_2, \dots, T_k$ линейно зависит только от числа n , что и является математической основой, при этом вопрос о принадлежности кортежа $(m_1, m_2, \dots, m_n)$ отношению T_i сводится к проверке не пустоты курсора, полученного после выполнения SQL-запроса:

```
SELECT * FROM Ti WHERE M1 = m1  
AND M2 = m2 AND ... AND Mn = mn,
```

что выполняется со скоростью, линейно зависящей от n [8–11].

2. Принцип обратной связи: данные и структуры управления

В программном комплексе обрабатываемые данные и структуры организации численного решения задач вычисления представлены одинаковыми структурами организации данных, а именно деревьями, что реализует идеологию обратной связи (раньше основной принцип кибернетических систем, а теперь искусственного интеллекта). Фрагменты программ, иллюстрирующие реализацию данного подхода, будут приведены на подмножестве C++-подобного алгоритмического языка.

Отметим, что приходится использовать и стандартные средства, такие как: хеширование, двоичный поиск, сортировка и др.

Структура, определяющая элемент дерева:

```
struct Tree {  
    int value; // число, имя, операция и др.;  
    int down; // вниз;  
    int right; // вправо;  
}
```

Результаты и их обсуждение

1. Проект реляционной базы данных программного комплекса

1.1. Экономическая часть

В табл. 1–7 описаны элементы экономической части проекта БД по автомобильным дорогам Иркутской области.

1.2. Конструктивные элементы

В табл. 8–16 описаны конструктивные элементы проекта БД по автомобильным дорогам Иркутской области.

Таблица 1. RoadObjects (типы дорожных объектов)

Table 1. RoadObjects (types of road objects)

№	Имя поля	Тип данных	Комментарий
1	TreeType	int	Тип в дереве
2	QueryToSelect	text	Запрос на получение объектов
3	FieldsToShowRus	varchar	Русские названия полей
4	id	int	Системный счетчик
5	Parent_id	int	Код родителя
6	RO_title	varchar	Название дорожного объекта
7	Table_id	int	Код таблицы
8	Condition	int	Код типа участка

¹BigTable [Электронный ресурс]. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/BigTable> (08.04.2022).

Таблица 2. RoadObjectProps (свойства дорожных объектов)

Table 2. RoadObjectProps (properties of road objects)

№	Имя поля	Тип данных	Комментарий
1	id	int	Системный счетчик
2	RoadObject_id	int	Код дорожного объекта
3	Prop_title	varchar	Наименование свойства
4	Field_id	int	Код поля
5	Flag	bit	Флаг значимости свойства

Таблица 3. ListTransportChart (транспортные схемы)

Table 3. ListTransportChart (transport charts)

№	Имя поля	Тип данных	Комментарий
1	id	int	Системный счетчик
2	NumBase	int	Код базы
3	Position	numeric	Адрес на дороге
4	Cover1	numeric	Усовершенствованные дороги
5	Cover2	numeric	Гравийные дороги
6	Cover3	numeric	Грунтовые дороги
7	Cover4	numeric	Городские дороги

Таблица 4. ListMaterialsBase (список материалов по базам)

Table 4. ListMaterialsBase (list of materials by base)

№	Имя поля	Тип данных	Комментарий
1	Kolvo	numeric	Количество материала на базе
2	NumBase	int	Код базы
3	NumMaterials	int	Код материала
4	NumOrganization	int	Код предприятия
5	total	numeric	Всего
6	Cover1	numeric	Усовершенствованные дороги
7	Cover2	numeric	Гравийные дороги
8	Cover3	numeric	Естественные грунтовые дороги
9	Cover4	numeric	Городские дороги
10	ProviderCost	numeric	Цена от поставщика
11	id	int	Системный счетчик

Таблица 5. ListMeansBase (список средств механизации по базам)

Table 5. ListMeansBase (list of mechanization tools by bases)

№	Имя поля	Тип данных	Комментарий
1	id	int	Системный счетчик
2	NumMeans	int	Код механизма
3	RestoreCost	numeric	Восстановительная стоимость
4	BalanceCost	numeric	Балансовая стоимость
5	BuildYear	int	Год выпуска средств механизации
6	NumBase	int	Код базы
7	Kolvo	int	Количество

Таблица 6. ListWorkersBase (список рабочих по базам)

Table 6. ListWorkersBase (list of workers by base)

№	Имя поля	Тип данных	Комментарий
1	NumWorkers	int	Код рабочего
2	id	int	Системный счетчик
3	NumBase	int	Код базы
4	Kolvo	int	Количество рабочих данного типа

Таблица 7. Av_Defect_registry (дефектная ведомость)

Table 7. Av_Defect_registry (defective register)

№	Имя поля	Тип данных	Комментарий
1	id	int	Системный счетчик
2	Road_id	int	Код дороги (ListRoad)
3	StartPos	numeric	Начало участка
4	EndPos	numeric	Конец участка
5	RO_type	int	Тип объекта (ListRoadObjects)
6	Obj_id	int	Ссылка на объект
7	Defect_id	int	Ссылка на дефект (ListDefects)
8	moveDat	smalldat	Дата устранения
9	Volume	int	Объем дефекта
10	Flag	bit	Флаг существования дефекта
11	Finder_id	int	Обнаружил дефект (ListOfficials)
12	Inspector_id	int	Инспектор (ListOfficials)
13	Org_id	int	Обслуживающая организация (ListOrganizations)

Таблица 8. AverageYearTraffic (сезонная и среднегодовая интенсивность и состав движения)

Table 8. AverageYearTraffic (seasonal and average annual traffic intensity and composition)

№	Имя поля	Тип данных	Комментарий
1	id	int	Код
2	NumRoad	int	Код дороги
3	Displacement	numeric	Расположение учетного пункта
4	Traffic	int	Интенсивность движения (авт./сут)
5	LightTrucks	int	Грузовые легкие
6	MediumTrucks	int	Грузовые средние
7	TrailersMediumTrucks	int	Грузовые средние, автопоезда
8	HeavyTrucks	int	Грузовые тяжелые
9	TrailersHeavyTrucks	int	Грузовые тяжелые, автопоезда
10	Cars	int	Легковые автомашины
11	Buses	int	Автобусы
12	TrafficIncrease	numeric	Прирост интенсивности
13	ValidDate	Datetime	Утвержденная дата
14	NumDataSource	smallint	Источник данных
15	Year	int	Год
16	NumInvent	int	Код инвентаризации
17	KNADR	numeric	Километры
18	MNADR	numeric	Метры
19	NumQuater	int	Сезон
20	OverHeavyTrucks	int	Грузовые сверхтяжелые
21	TrailersOverHeavyTrucks	int	Грузовые сверхтяжелые, автопоезда

Таблица 9. CharactRoadSides (характеристики обочин)

Table 9. CharactRoadSides (characteristics and roadsides)

№	Имя поля	Тип данных	Комментарий
1	id	int	Код
2	NumRoadSide	int	Код обочины
3	RowNumber	int	Номер ряда (земляного полотна)
4	RowWidth	numeric	Ширина
5	NumTypeStrengthening	int	Код укрепления
6	NumCondition	int	Код состояния
7	NumInvent	int	Код инвентаризации
8	DataSource	smallint	Источник данных

Таблица 10. Classifier (классификаторы)

Table 10. Classifier (classifiers)

№	Имя поля	Тип данных	Комментарий
1	id	int	Код
2	Class_id	int	Код типа классификатора
3	ShortTitle	char	Сокращение
4	FullTitle	char	Полное название
5	DataSource	smallint	Источник данных

Таблица 11. KmColumnDistance (расстояние между километровыми столбами)

Table 11. KmColumnDistance (distance between kilometer posts)

№	Имя поля	Тип данных	Комментарий
1	id	int	Код
2	NumRoad	int	Код дороги
3	StartKm	int	Начальный столб
4	FinalKm	int	Конечный столб
5	Distance	numeric	Дистанция
6	ValidDate	Datetime	Утвержденная дата
7	NumInvent	int	Код инвентаризации
8	NumDataSource	smallint	Источник данных

Таблица 12. ListBarriers (барьерные ограждения)

Table 12. ListBarriers (barrier fences)

№	Имя поля	Тип данных	Комментарий
1	NumDataSource	smallint	Источник данных
2	id	int	Код
3	NumBarrierGroup	int	Группа ограждения
4	NumBarrierConstruction	int	Конструкция ограждения
5	NumTypeGuidingStructure	int	Тип направляющих устройств
6	GuidingStructuresCount	int	Кол-во направляющих устройств (шт.)
7	NumPlace	int	Расположение
8	NumMaterial	int	Материал
9	NumInhabitedLocality	int	Ближайший населенный пункт
10	NumCondition	int	Состояние
11	ValidDate	Datetime	Утвержденная дата
12	EndPos	numeric	Конец
13	NumRoad	int	Дорога
14	StartPos	numeric	Начало
15	NumInvent	int	Код инвентаризации
16	KNADR	numeric	Километры
17	MNADR	numeric	Метры
18	KKADR	numeric	Адрес начала
19	MKADR	numeric	Адрес центра

Таблица 13. ListBridges (мосты)

Table 13. ListBridges (bridges)

№	Имя поля	Тип данных	Комментарий
1	NumInhabited	int	Ближайший населенный пункт
2	Displacement	numeric	Расположение моста
3	Height	numeric	Габарит моста по высоте
4	Clearance	char	Высота
5	WalkWayWidth	numeric	Ширина тротуара
6	UnderBridgeWidth	numeric	Подмостовая ширина
7	WayPartTransSlope	numeric	Поперечный уклон ездового полотна
8	BridgeScheme	char	Схема моста

Окончание табл. 13

№	Имя поля	Тип данных	Комментарий
9	TonnageNorm	char	Нормативная грузоподъемность
10	TonnageFact	numeric	Фактическая грузоподъемность
11	id	int	Код
12	ShortTitle	char	Сокращение
13	FullTitle	char	Название моста
14	NumRoad	int	Дорога
15	NumType	int	Тип конструкции моста
16	NumBrigMaterial	int	Материал моста
17	NumControlOrg	int	Управляющая организация
18	NumRoadOrg	int	Обслуживающая организация
19	DiagnosticInfo	char	Информация по диагностике моста
20	TonnageGeneralInStream	numeric	Грузоподъемность в потоке общая
21	TonnageAxialInStream	numeric	Грузоподъемность в потоке осевая
22	TonnageInSingleOrder	numeric	Грузоподъемность в одиночном порядке
23	BuildingYear	int	Год постройки моста
24	ActivateDate	Datetime	Дата ввода в эксплуатацию
25	LastTestYear	int	Год последнего испытания
26	LastRepareYear	int	Год последнего ремонта
27	AntiseptitionYear	int	Год антисептирования
28	NumState	int	Состояние
29	NumDriveWPMaterial	int	Материал ездового полотна
30	AvgIceDriftingDate	Datetime	Средняя дата начала ледохода
31	AvgFreezeDate	Datetime	Средняя дата начала ледостава
32	RiverMirrorWidth	numeric	Ширина зеркала реки по УМВ, м
33	MaxDepth	numeric	Наибольшая глубина по УМВ, м
34	FlowSpeed	numeric	Скорость течения при УМВ, м/с
35	OwnerDocument	char	Документ на право собственности
36	BalanceCost	numeric	Балансовая стоимость
37	EstimationDateBC	Datetime	Дата оценки балансовой стоимости
38	RestCost	numeric	Остаточная стоимость
39	EstimationDateRC	Datetime	Дата оценки остаточной стоимости
40	DeteriorationCost	numeric	Износ
41	EstimationDateDC	Datetime	Дата оценки износа
42	Comments	text	Комментарий
43	Extent	numeric	Полная длина моста
44	Width	numeric	Габарит моста по ширине
45	DriveWayWidth	numeric	Ширина ездового полотна
46	UnderBridgeHeight	numeric	Подмостовая высота
47	WayPartLongSlope	numeric	Продольный уклон ездового полотна
48	ObstacleName	char	Наименование препятствия
49	NormativeLoad	char	Расчетная нормативная нагрузка
50	NumInvent	int	Код инвентаризации
51	KNADR	numeric	Километры
52	MNADR	numeric	Метры
53	NumTypeObstacle	int	Тип препятствия
54	NumDataSource	smallint	Источник данных

Таблица 14. ListBusStops (автобусные остановки)

Table 14. ListBusStops (bus stops)

№	Имя поля	Тип данных	Комментарий
1	NumDataSource	smallint	Источник данных
2	NumMaterial	int	Материал павильона

Окончание табл. 14

№	Имя поля	Тип данных	Комментарий
3	id	int	Код
4	NumRoad	int	Код дороги
5	Displacement	numeric	Дислокация остановки
6	NumPlace	int	Расположение
7	BusStopName	char	Наименование остановки
8	StopArea	bit	Наличие остановочной площадки
9	EmbarkationArea	bit	Наличие посадочной площадки
10	Pavilion	bit	Наличие павильона
11	NumInvent	int	Код инвентаризации
12	KNADR	numeric	Километры
13	MNADR	numeric	Метры
14	SwitchSpeedLines	bit	Наличие переходно-скоростных полос
15	BalanceCost	numeric	Балансовая стоимость
16	EstimationDateBC	Datetime	Дата оценки балансовой стоимости
17	RestCost	numeric	Остаточная стоимость
18	EstimationDateRC	Datetime	Дата оценки остаточной стоимости
19	DeteriorationCost	numeric	Износ
20	EstimationDateDC	Datetime	Дата оценки износа
21	ActiveDate	Datetime	Дата приема в эксплуатацию
22	NumOrganization	int	Организация
23	Comments	text	Комментарий
24	ValidDate	Datetime	Утвержденная дата

Таблица 15. ListClassifiers (список классификаторов)

Table 15. ListClassifiers (list of classifiers)

№	Имя поля	Тип данных	Комментарий
1	id	int	Код
2	EngTitle	char	Английское название
3	RusTitle	char	Название

Таблица 16. ListCommunicationStruct (коммуникационные сооружения)

Table 16. ListCommunicationStruct (communication structures)

№	Имя поля	Тип данных	Комментарий
1	NumInvent	int	Код инвентаризации
2	KNADR	numeric	Километры
3	MNADR	numeric	Метры
4	KKADR	numeric	Адрес начала
5	MKADR	numeric	Адрес центра
6	NumDataSource	smallint	Источник данных
7	id	int	Код
8	NumRoad	int	Дорога
9	StartPos	numeric	Дислокация коммуникационного сооружения
10	EndPos	numeric	Протяженность коммуникационного сооружения
11	NumTypeComStructure	int	Тип сооружения
12	NumPlaceRoad	int	Расположение относительно дороги
13	NumPlaceGround	int	Расположение относительно земли
14	NumCondition	int	Состояние
15	NumOrganization	int	Организация
16	Comments	text	Комментарий
17	ValidDate	Datetime	Утвержденная дата

2. Проект базы данных: организация и технические решения

База данных организуется для мониторинга автодорожной отрасли региона и выработки для нее рекомендаций [2–4]. Это позволяет реализовать программное обеспечение, которое должно иметь точные данные о характеристиках объектов из тех или иных хранилищ данных. Так как в разных хранилищах информации содержатся различные данные о дорогах, то

возникает необходимость организации информации в БД в наиболее полной, просто обобщаемой форме.

Обычно данные об автодорогах организованы таблицами, которые составляются ниже представленным способом (табл. 17–21), строки которых содержат данные по объекту, а отдельные ячейки – атрибутивные характеристики объекта.

Таблица 17. Представление атрибутики данных

Table 17. Representation of data attributes

Идентификатор	Атрибут 1	Атрибут 2	Атрибут 3
01011	122	31.01.2022	Объяснение строки 1
01022	155	01.11.2022	Объяснение строки 2

Отметим, что каждой атрибутивной характеристике соответствует только одна запись (табл. 18). Непротиворечивость данных поддерживается программными модулями

комплекса. Ревизии данных объектов приведены в табл. 19, 20.

Такая организация данных позволяет продемонстрировать их изменение по частям автодорог, что представлено в табл. 21.

Таблица 18. Представление атрибутики по значениям

Table 18. Attribute representation by value

ИИО	ИКД	ЗНАЧ		
01011	01010011	122		
01011	01010022		01.11.2022	
01011	01010032			Комментарий к строке 1
01021	01010012	155		

Примечания:

Иерархический идентификатор объекта (ИИО) – HOI – Hierarchy Object Identification.

Иерархический классификатор данных (ИКД) – HDC – Hierarchy Data Classification.

Значение (ЗНАЧ) – VAL – Value.

Таблица 19. Ревизии объектов

Table 19. Object revisions

Идентификатор	Ревизия	Дата 1	Дата 2
01011	1	01.01.2012	Null
01021	1	01.12.2013	01.11.2016
01022	2	01.30.2018	Null

Таблица 20. Ревизии свойств объектов

Table 20. Object property revisions

Идентификатор	Свойство	Ревизия 1	Ревизия 2	ЗНАЧ
0101	0101001	1	0	10
0102	0101001	1	2	11
0102	0101001	2	0	12

Таблица 21. Ревизии участков дорог

Table 21. Revisions of road sections

№ участка	№ дороги	№ данных	Начало	Конец	Ссылка	Значение	Ревизия	№ оператора	Дата ревизии
9	510	7	0	90	457	102	1	3	01.11.2016

Заключение

Реляционная база данных по автомобильным дорогам Иркутской области, проект которой представлен в настоящей работе, может быть использована для мониторинга состояния участков автодорог и выработки рекомендаций для автодорожной отрасли региона.

Для подключения удаленных пользователей к серверной базе данных используются атрибутивные характеристики, которые позволяют ограничивать доступные данные для удаленного пользователя и допустимые для него изменения серверной части данных.

Разработка программного обеспечения для глубокого рефакторинга базы данных может быть осуществлена с использованием языка запросов *MS SQL Server T-SQL* и идеологии организации данных, описанной в результатах данной работы.

Это обеспечивает проектирование баз данных автодорожной отрасли, удовлетворяющих требованиям цифровой экономики в плане возможности формирования ее отраслевых и региональных частей.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Garben S. The regulatory challenge of occupational safety and health in the online platform economy // *International Social Security Review*. 2019. Vol. 72. Iss. 3. p. 95-112. <https://doi.org/10.1111/issr.12215>.
2. Мартыанов В. И., Пахомов Д. В., Архипов В. В. Сетевое планирование содержания сети автомобильных дорог Иркутской области // *Новые технологии в инвестиционно-строительной сфере и ЖКХ: сб. науч. трудов: в 2 т. Т. 1. Иркутск: ИрГТУ, 2005. С. 123–129.*
3. Мартыанов В. И. Теоретико-множественный анализ организации данных и алгоритмы сетевого планирования расписания с элементами искусственного интеллекта // *Прикладные проблемы дискретного анализа: сб. науч. трудов. Сер. «Дискретный анализ и информатика» / под. ред. О. В. Кузьмина. Вып. 7. Иркутск: ИГУ, 2021. С. 90–100.*
4. Пахомов Д. В., Каташевцев М. Д., Мартыанов В. И., Степаненко А. А. Автоматизация создания проектов организации дорожного движения для автомобильных дорог // *Современные технологии. Системный анализ. Моделирование*. 2012. № 3 (35). С. 123–129.

5. Codd E. F. The Relational Model for Database Management: Version 2. Massachusetts, USA: Addison-Wesley, 1990. 538 p.
6. Garvey M. A., Jackson M. S. Introduction to Object-Oriented Databases // *Inf. and Software Technol.* 1989. Vol. 31. № 10. p. 521-528.
7. Кнут Д. Искусство программирования для ЭВМ. Сортировка и поиск. М.: Мир, 1978. 848 с.
8. Мартыанов В. И. NP-трудные задачи: автоматическое доказательство теорем и машины Тьюринга // *Baikal research journal*. 2021. Т. 12. № 4. С. 11. [https://doi.org/10.17150/2411-6262.2021.12\(4\).11](https://doi.org/10.17150/2411-6262.2021.12(4).11).
9. Van Hentenryck P. Constraint Satisfaction in Logic Programming. Cambridge: MIT Press, 1989. 224 p.
10. Корольков Ю. Д., Мартыанов В. И. Дискретные модели: Представление конечными деревьями и разрешимость формальных теорий. Иркутск: ИРНИТУ, 2017. 160 с.
11. Dasgupta S., Papadimitriou C. H., Vazirani U. Algorithms. Boston: McGraw-Hill Higher Education, 2006. 336 p.

REFERENCES

1. Garben S. The regulatory challenge of occupational safety and health in the online platform economy. *International Social Security Review*. 2019;72(3):95-112. <https://doi.org/10.1111/issr.12215>.
2. Martyanov VI, Pakhomov DV, Arkhipov VV. Network planning of the maintenance of the highway network of the Irkutsk region. *Novye tekhnologii v investitsionno-stroitel'noi sfere i ZhKKh: sb. nauch. trudov: in 2 vol. Vol. 1. Irkutsk: ISTU; 2005. p. 123-129. (In Russ.)*.
3. Martyanov VI. Set-theoretic analysis of data organization and network planning algorithms schedules with elements of artificial intelligence.

4. Pakhomov DV, Katashevcev MD, Martyanov VI, Stepanenko AA. Automation of the creation of traffic management projects for highways. *Sovremennye tekhnologii. Sistemnyi analiz. Modelirovanie = Modern technologies. System analysis. Modeling*. 2012;3(35):123-129. (In Russ.)
5. Codd EF. The Relational Model for Database Management: Version 2. Massachusetts, USA: Addison-Wesley; 1990. 538 p.

6. Garvey MA, Jackson MS. Introduction to Object-Oriented Databases. *Inf. and Software Technol.* 1989;31(10):521-528.
7. Knuth D. The art of computer programming. Sorting and searching. Moscow: Mir; 1978. 848 p. (In Russ.).
8. Martyanov VI. NP-difficult tasks: automatic proof of theorems and Turing's machine. *Baikal research journal.* 2021;12(4):11. [https://doi.org/10.17150/2411-6262.2021.12\(4\).11](https://doi.org/10.17150/2411-6262.2021.12(4).11). (In Russ.).
9. Van Hentenryck P. Constraint Satisfaction in Logic Programming. Cambridge: MIT Press; 1989. 224 p.
10. Korolkov YuD, Martyanov VI. Discrete models: Representation by finite trees and solvability of formal theories. Irkutsk: INRTU; 2017. 160 c. (In Russ.).
11. Dasgupta S, Papadimitriou CH, Vazirani U. Algorithms. Boston: McGraw-Hill Higher Education, 2006. 336 p.

Информация об авторах

А. А. Степаненко,

старший преподаватель кафедры
автомобильных дорог,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Россия,
e-mail: aa_stepan@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9441-9157>

В. И. Мартянов,

доктор физико-математических наук,
профессор кафедры автомобильных дорог,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Россия,
e-mail: martvliv@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2659-0355>

Information about the authors

Anna A. Stepanenko,

Senior lecturer of the Department of Automotive
Highways,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074, Russia,
e-mail: aa_stepan@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9441-9157>

Vladimir I. Martyanov,

Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor
of the Department of Automotive Highways,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074, Russia,
e-mail: martvliv@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2659-0355>

Вклад авторов

Степаненко А. А., Мартянов В. И. имеют
равные авторские права. Мартянов В. И.
несет ответственность за плагиат.

Contribution of the authors

Stepanenko A. A., Martyanov V. I. have equal
author's rights. Martyanov V. I. bears the respon-
sibility for plagiarism.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта
интересов.

Авторы прочитали и одобрили окончатель-
ный вариант рукописи.

Статья поступила в редакцию 15.04.2022.
Одобрена после рецензирования 11.05.2022.
Принята к публикации 12.05.2022.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests re-
garding the publication of this article.

The final manuscript has been read and approved
by the co-authors.

The article was submitted 15.04.2022.
Approved after reviewing 11.05.2022.
Accepted for publication 12.05.2022.