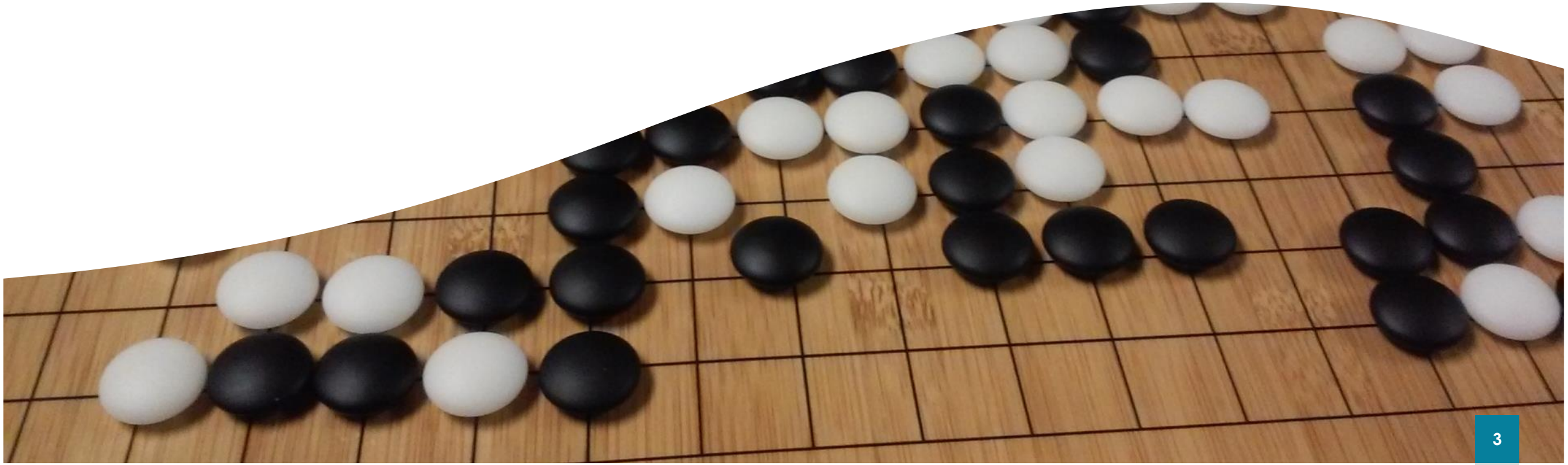
Databases. Java DataBase Connectivity

JDBC & JDBI

Where to Find The Code and Materials?

https://github.com/iproduct/java-fundamentals-2022

Бази от данни



Съдържание

1. Бази от данни (БД). Видове БД.
2. Системи за управление на бази от данни (СУБД)
3. Релационен и обектен модели
4. Релации и релационни схеми
5. Базови и производни релации. Домейни. Ограничения
6. Ключове.
7. Връзки между таблици и кардиналност.
8. Операции над релационни бази от данни
9. Нормализация на бази от данни
10. Транзакции и конкурентност
11. Новости в JDBC™ 4.1 (Java 7): try-with-resources и RowSets

Бази от данни (БД)

- Дефиниция (Wikipedia):

  База данни (БД, още база от данни) представлява колекция от логически свързани данни в конкретна предметна област, които са структурирани по определен начин. В първоначалния смисъл на понятието, използван в компютърната индустрия, базата от данни се състои от записи, подредени систематично, така че компютърна програма да може да извлича информация по зададени критерии.

Видове БД – според структурата

- Йерархични бази от данни
  - директорийна структура, файлова система
  - IBM IMS – 1968 г.
- Мрежови модел на БД - Чарлс Бейчман
  - позволява представяне на връзки 1:N между различните нива на йерархията
  - CODASYL IDMS – 1971 г.
- Релационни БД – Едгар Код – 1970 г.
- Обектно-ориентирани бази от данни

Видове БД – според предназначението

- Оперативни БД
- Аналитични БД
- Data warehouse
- БД за крайни потребители
- Външни БД
- Хипермедийни БД
- Навигационни БД
- Документно-ориентирани БД
- БД работещи в реално време

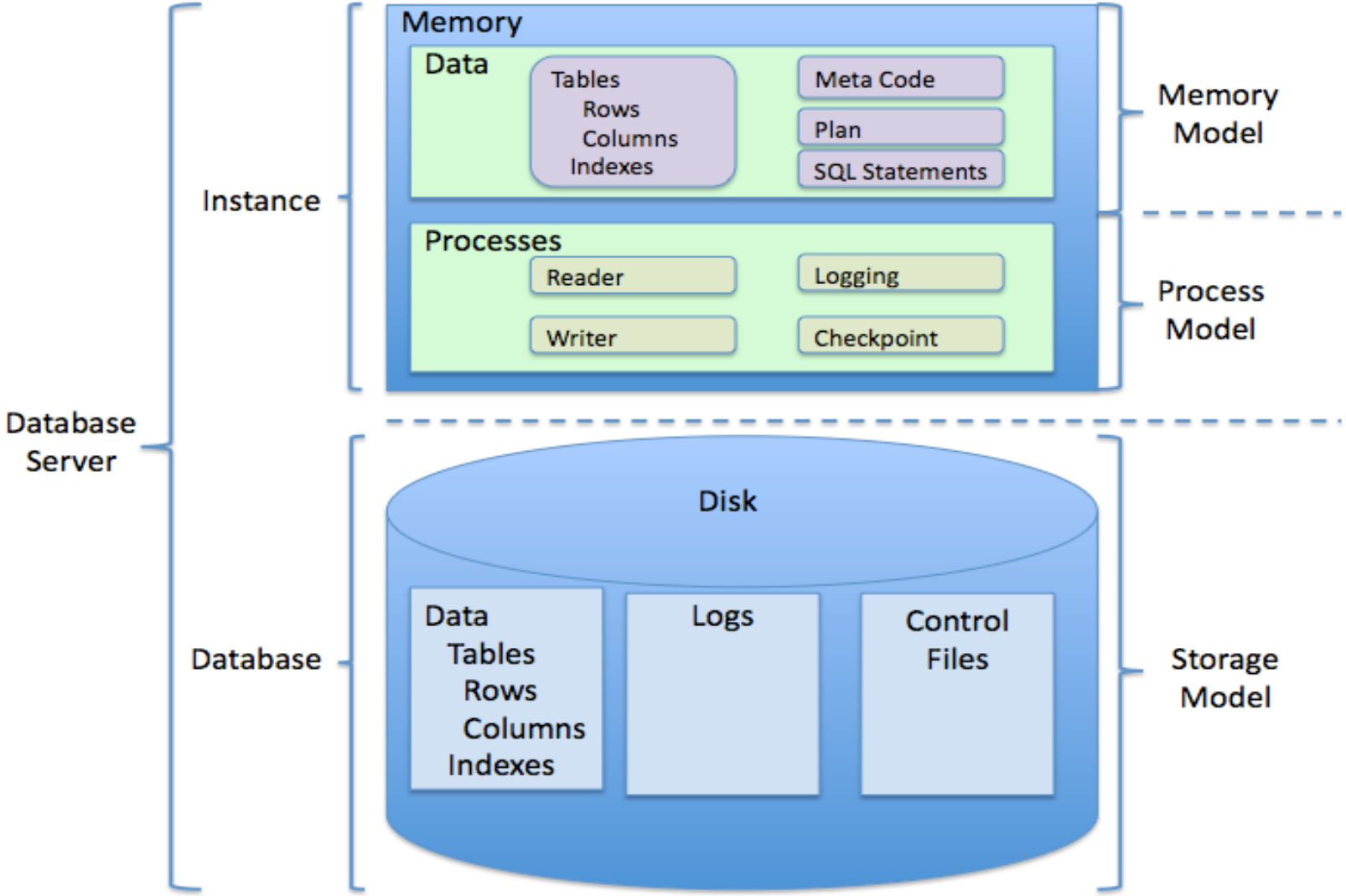
Системи за управление на бази от данни (СУБД)

- **Def:** съвкупност от компютърни програми, използвани за изграждане, поддръжка и използване на бази от данни
- **Примери:** MySQL, PostgreSQL, DB2, Microsoft SQL Server, Access, Oracle, Paradox, dBase, FoxPro, Cliper, Sybase, Informix
- **СУБД** създават, обработват и поддържат определени структури от данни. Най-популярен е релационният модел, при който данните се организират в таблици, между които се осъществяват връзки (т.н. релации). Таблиците се състоят от именувани редове и колони. Редовете се наричат записи, а колоните - полета.

Основни компоненти на СУБД

- Релационни СУБД - RDBMS
  - Интерфейсни драйвери
  - SQL engine
  - Transaction engine
  - Relational engine
  - Storage engine
- Обектно-ориентирани БД – ODBMS
  - Езикови драйвери – C++, Java, .Net, Ruby
  - OO език за заявки – JPAQL, LINQ, ...
  - Transaction & Storage engines

Основни компоненти на СУБД

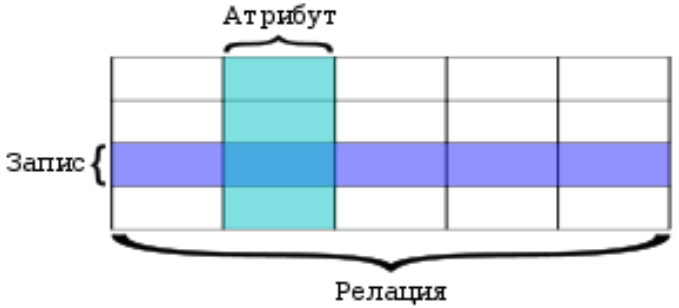


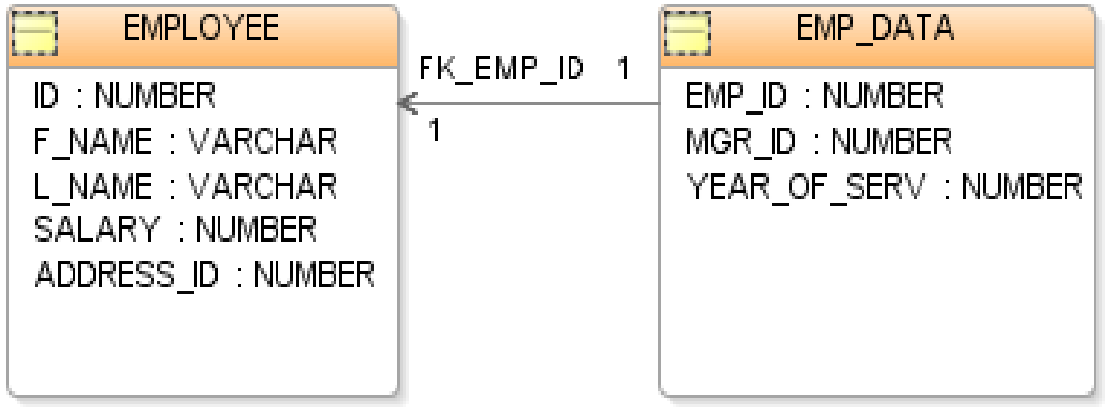
Релационна база от данни

- **Def:** Релационна база данни е тип база данни, която съхранява множество данни във вид на релации, съставени от записи и атрибути (полета) и възприемани от потребителите като таблици.
- Релационните бази данни понастоящем преобладават при избора на модел за съхранение на финансови, производствени, лични и други видове данни.
- Терминът „релационна база данни“ за първи път е предложен през 1970 година от Едгар Код, учен в IBM.

Релационен модел

- релация, релационна схема (relation) ↔ таблица (table),
- запис, кортеж (tuple) ↔ ред (row)
- атрибут, поле (attribute) ↔ стълб, колона (column)

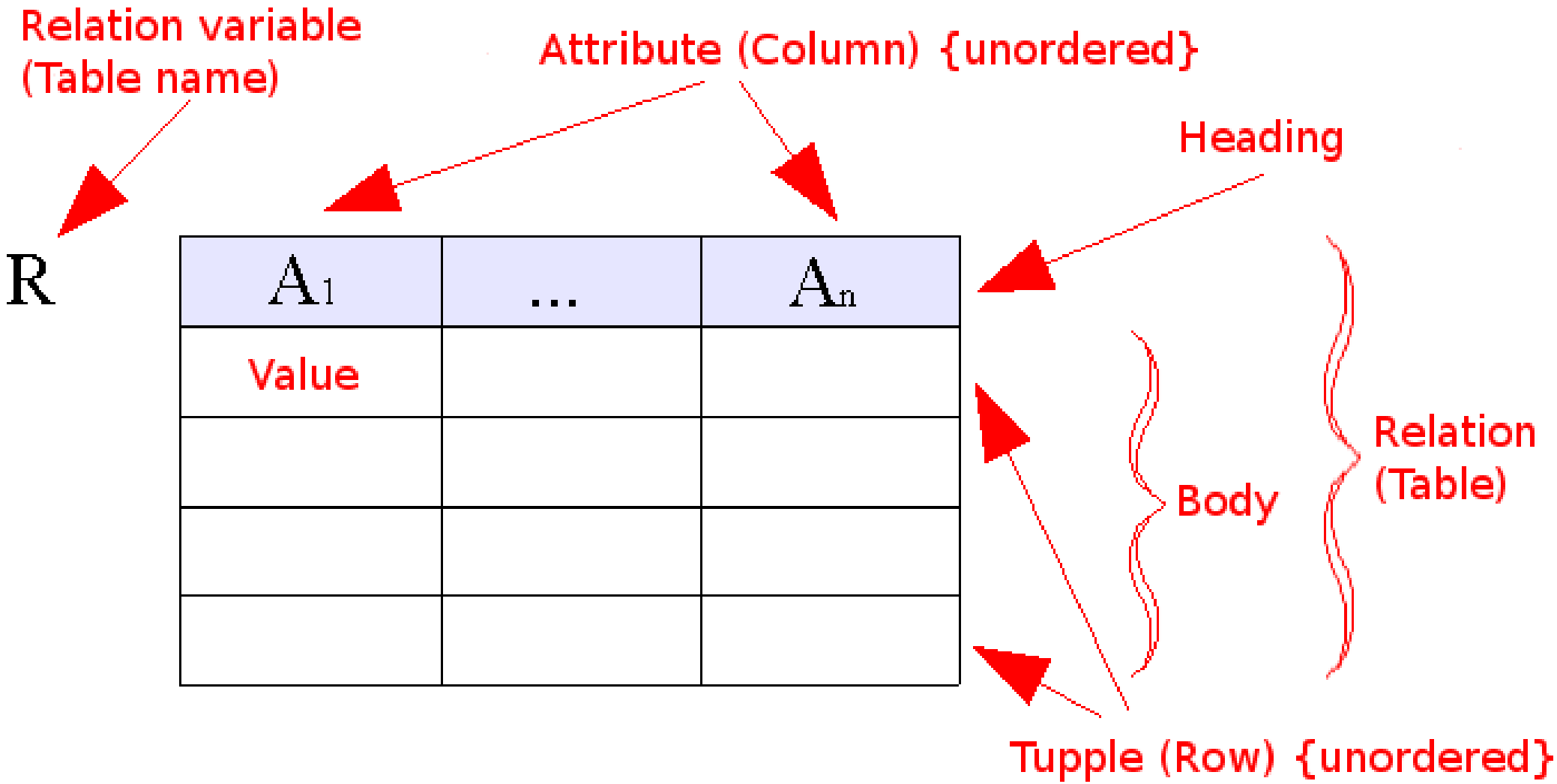




Релационен модел – таблица Customer

Customer ID	Tax ID	Name	Address	[More fields…]
1234567890	555-5512222	Ramesh	323 Southern Avenue	…
2223344556	555-5523232	Adam	1200 Main Street	…
3334445563	555-5533323	Shweta	871 Rani Jhansi Road	…
4232342432	555-5325523	Sarfaraz	123 Maulana Azad Sarani	…

Релационен модел



Релации и релационни схеми

- **Def:** Релацията (relation) се дефинира като множество от записи, които имат едни и същи атрибути. Записът обикновено представя обект и информация за обекта, който обичайно е физически обект или понятие. Релацията обикновено се оформя като таблица, организирана по редове и колони. Всички данни, които се съдържат в даден атрибут, принадлежат на едно и също множество от допустими стойности, наречено домейн, и съблюдават едни и същи ограничения.
- Заглавието (heading) на таблицата се нарича релационна схема, а множеството от всички релационни схеми в БД – схема на БД (database shema)

Базови и производни релации. Домейни. Ограничения

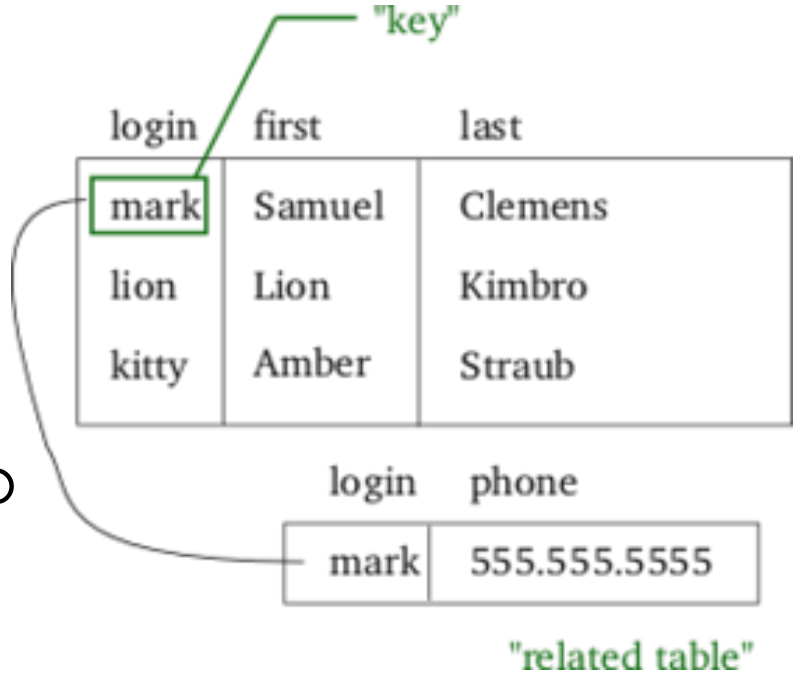
- **Def:** . Релациите, които съхраняват данните, се наричат **базови релации (base relations)** или таблици (**tables**). Други релации обаче не съхраняват данни, а се изчисляват чрез прилагането на операции над други релации. Наричат се **производни релации (отношения)**, а в приложенията за бази данни се наричат заявка (**query**) и изглед (**view**).
- **Def: Домейн** в базите данни означава множеството от допустимите стойности на даден атрибут на релация, т.е. представлява известно ограничение върху стойностите на атрибута.
- **Def: Ограниченията (constraints)** позволяват в още по-голяма степен да се специфицират стойностите, които атрибутите от даден домейн могат да приемат – например от 1 до 10.

Ключове

- **Ключ (key)** се наричат един или повече атрибута, такива че:

  1) релацията няма две различни записа с едни и същи стойности за тези атрибути

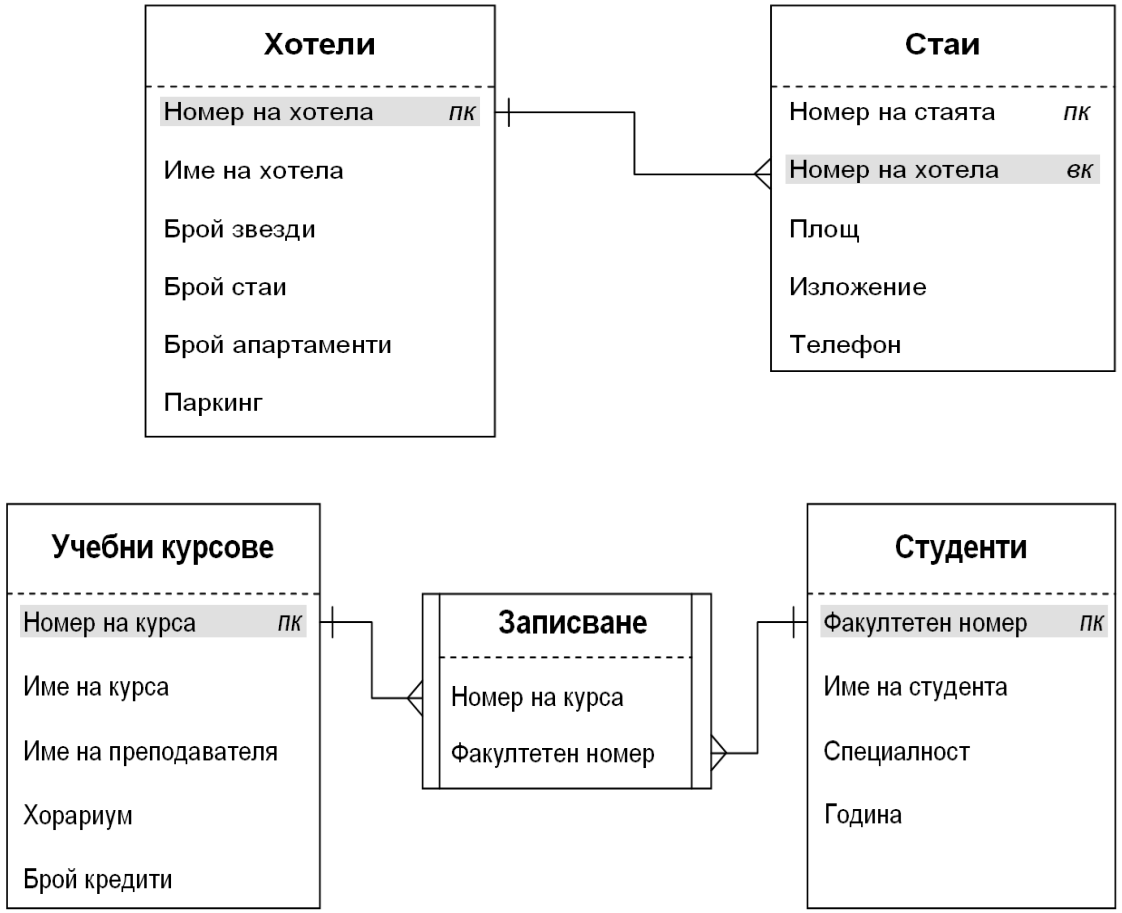
  2)няма строго подмножество на тези атрибути с горното свойство



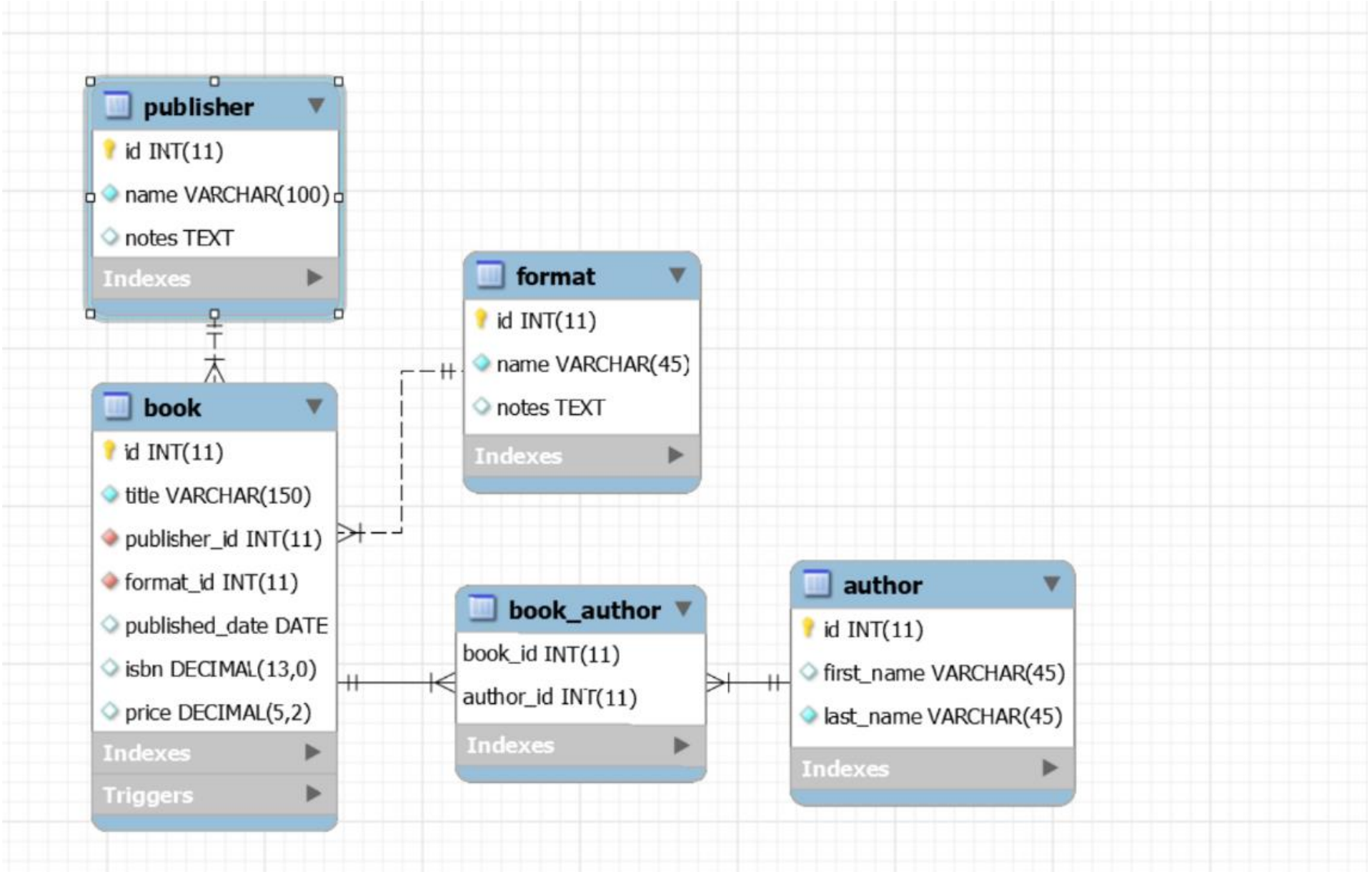
- **Първичен ключ (primary key)** е атрибут (по-рядко група атрибути), който служи да идентифицира по уникален начин всеки запис (екземпляр) на релацията
- **Външният ключ (foreign key)** е необходим, когато налице е отношение между две таблици (релации).

Връзки между таблици и кардиналност

- **Отношение (relationship**) се нарича зависимост, съществуваща между две таблици, когато записи от първата таблица могат да се свържат по някакъв начин със записи от втората таблица.
- Кардиналност:
  - едно към едно (1:1),
  - едно към много (1:N),
  - много към много (M:N).



ER Diagram


publisher
id INT(11)
name VARCHAR(100)
notes TEXT
Indexes
format
id INT(11)
name VARCHAR(45)
notes TEXT
Indexes
book
id INT(11)
title VARCHAR(150)
publisher_id INT(11)
format_id INT(11)
published_date DATE
isbn DECIMAL(13,0)
price DECIMAL(5,2)
Indexes
Triggers
book_author
book_id INT(11)
author_id INT(11)
Indexes
author
id INT(11)
first_name VARCHAR(45)
last_name VARCHAR(45)
Indexes

Операции над релационни бази от данни

- **Оператор обединение (union)** комбинира записи от две релации и премахва от резултата всички евентуални повтарящи се записи. Релационният оператор обединение е еквивалентен на SQL-оператора UNION.
- **Оператор сечение (intersection)** извежда множеството от записи, които са общи за двете релации. Сечението в SQL е реализирано чрез оператора INTERSECT.
- **Оператор разлика (difference)** се прилага над две релации и в резултат връща множеството от записите от първата релация, които не съществуват във втората релация. В SQL разликата е имплементирана посредством оператора EXCEPT или MINUS.

Операции над релационни бази от данни

- **Оператор декартово произведение** или само произведение (Cartesian product, cross join, cross product) на две релации представлява съединение (join), при което всеки запис от първата релация се конкатенира с всеки запис от втората релация. В SQL операторът е реализиран под името CROSS JOIN.
- **Операцията селекция (selection, restriction)** връща само онези записи от дадена релация, които отговарят на избрани критерии, т.е. подмножество в термините на теорията на множествата. Еквивалентът на селекцията в SQL е заявка SELECT с клауза WHERE.

Операции над релационни бази от данни

- **Операцията проекция (projection)** е по своя смисъл селекция, при която повтарящите се записи се отстраняват от резултата. В SQL е реализирана с клаузата GROUP BY или чрез ключовата дума DISTINCT, внедрена в някои диалекти на SQL.
- **Операцията съединение (join)**, дефинирана за релационни бази данни, често се нарича и естествено съединение (natural join). При този вид съединение две релации са свързани посредством общите им атрибути. В SQL тази операция е реализирана приблизително чрез оператора за съединение INNER JOIN. Други видове съединение са лявото и дясното външни съединения, внедрени в SQL като LEFT JOIN и RIGHT JOIN, съответно.

Операции над релационни бази от данни

- **Операцията деление (division)** е малко по-сложна операция, при която записи от една релация в ролята на делител се използват, за да се раздели втора релация в ролята на делимо. По смисъла си, тази операция е обратна на операцията (декартово) произведение.

Нормализация на бази от данни

- **Нормализацията**, т.е. привеждането в нормална форма включва набор от практики по отстраняването на повторения сред данните, което от една страна води до икономия на памет и повишено бързодействие, а от друга страна предпазва от аномалии при манипулирането с данните (вмъкване, актуализиране и изтриване) и от загуба на тяхната цялост. В процеса на нормализация се осигурява оптимална структура на базата от данни, основаваща се на взаимозависимостта между данните. Структурата на таблиците се трансформира, с цел да се оптимизират функционалните зависимости на съставните им атрибути.
- **Нормални форми –** https://en.wikipedia.org/wiki/Database_normalization

Транзакции и конкурентност

- **Транзакция = бизнес събитие**
- **ACID правила:**
  - **Атомарност(Atomicity)**: или се изпълнява цялата транзакция – всички задачи, или не се изпълнява никоя от тях (rolled back).
  - **Съгласуваност (Consistency)**: транзакцията трябва да запазва integrity constraints.
  - **Изолация (Isolation)**: две едновременни транзакции не могат да си взаимодействат.
  - **Постоянство (Durability)**: успешно завършените транзакции не могат да се отменят.

Transaction Isolation Levels

- DEFAULT - use the default isolation level of the underlying datastore
- READ_UNCOMMITTED – dirty reads, non-repeatable reads and phantom reads can occur
- READ_COMMITTED – prevents dirty reads; non-repeatable reads and phantom reads can occur
- REPEATABLE_READ – prevents dirty reads and non-repeatable reads; phantom reads can occur
- SERIALIZABLE – prevents dirty reads, non-repeatable reads and phantom reads

Source: https://docs.spring.io/spring-framework/docs/

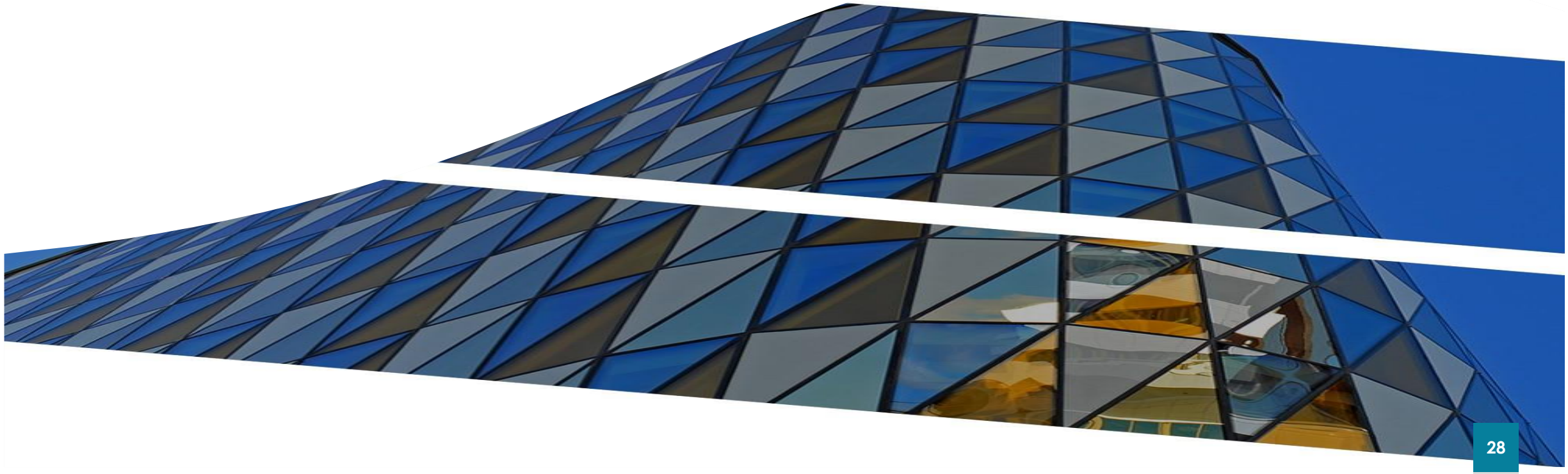
Types of Transactions

- Global transactions – enable you to work with multiple transactional resources, typically relational databases and message queues (JTA UserTransaction, JNDI lookup).
- Local transactions – resource-specific, such as a transaction associated with a JDBC connection, but cannot work across multiple transactional resources.
- Spring Framework's transactions – consistent programming model in any environment, write code once, and it can use different transaction management strategies in different environments – both declarative and programmatic transaction management (Spring Framework transaction abstraction) - @Transactional.

Source: https://docs.spring.io/spring-framework/docs/

Introduction to SQL

Practical Exercises – https://www.w3schools.com/sql/



https://www.mysqltutorial.org/

MySQL 101 /dev/random

Practical Exercises:
https://blogs.sakienvirotech.com/index.php/random/2011/09/05/mysql-101-creating-your-first

Java DataBase Connectivity (JDBC)

Practical Exercises

Java Database Connectivity (JDBC)

- **Java Database Connectivity** (**JDBC**) е application programming interface (API) на езика Java, който дефинира как клиентите могат да достъпват, извличат и модифицират данни в една релационна база от данни.
- JDBC-to-ODBC bridge позволява връзки към всякакви ODBC-достъпни източници на данни в Java virtual machine (JVM) среда.

Java Database Connectivity (JDBC) – Example (1)

```
Scanner sc = new Scanner(System.in);
Properties props = new Properties();

System.out.println("Enter  username (default root): ");
String user = sc.nextLine().trim();
user = user.length() > 0 ? user : "root";
props.setProperty("user", user);

String password = sc.nextLine().trim();
password = password.length() > 0 ? password : "root";
props.setProperty("password", password);
```

Java Database Connectivity (JDBC) – Example (2)

```
// 1. Load jdbc driver (optional)
try {
        Class.forName("com.mysql.cj.jdbc.Driver");
} catch (ClassNotFoundException e) {
        e.printStackTrace();
        System.exit(0);

}
System.out.println("Driver loaded successfully.");


// 2. Connect to DB
Connection connection =
     DriverManager.getConnection(
       "jdbc:mysql://localhost:3306/employees?useSSL=false", props);

System.out.println("Connected successfully.");
```

Java Database Connectivity (JDBC) – Example (3)

```
// 3. Execute query
PreparedStatement stmt =
    connection.prepareStatement("SELECT * FROM employees JOIN salaries ON
employees.emp_no=salaries.emp_no WHERE salaries.salary > ?");


System.out.println("Enter  minimal salary (default 20000): ");
String salaryStr = sc.nextLine().trim();

double salary = Double.parseDouble(salaryStr);

stmt.setDouble(1, salary);
ResultSet rs = stmt.executeQuery();
```

Java Database Connectivity (JDBC) – Example (4)

```
// 4. Process results
while (rs.next()) {
        System.out.printf("| %-15.15s | %-15.15s | %10.2f |\n",
                rs.getString(2),
                rs.getString("last_name"),
                rs.getDouble("salary")
        );
}

// 5. Close connection and statement
connection.close();
```

Novelties in JDBC™ 4.1 (Java 7): try-with-resources

- java.sql.Connection, java.sql.Statement и java.sql.ResultSet имплементират интерфейса **AutoCloseable**:

```
Class.forName("com.mysql.jdbc.Driver");                    //Load MySQL DB driver
try (Connection c = DriverManager.getConnection(dbUrl, user, password);
   Statement s = c.createStatement() ) {
   c.setAutoCommit(false);
   int records = s.executeUpdate("INSERT INTO product "     //Insert new product
            + "VALUES ('CP-00002', 'Lenovo', 790.0, 'br', 'Latop')");
   System.out.println("Successfully inserted "+ records + " records.");
   records = s.executeUpdate("UPDATE product "              //Update product price
            + "SET price=470, description='Classic laptop' "
            + "WHERE code='CP-00001'");
   System.out.println("Successfully updated "+ records + " records.");
   c.commit();                                               //Finish transaction
}
```

Novelties in JDBC™ 4.1 (Java 7): RowSets (1)
https://docs.oracle.com/javase/tutorial/jdbc/basics/rowset.html

- **RowSet** – дава възможност да работим с данните от таблиците в базата от данни като с нормални JavaBeans™ компоненти – да достъпваме и променяме стойностите като свойства (properties), да закачаме слушатели на събития свързани с промяна на данните (event listeners), както и да скролираме (scroll) и променяме (update) данните в заредените в RowSet-а редове
- Свързан (connected) RowSet
  - **JdbcRowSet** – обвиващ клас около стандартния JDBC ResultSet
- Несвързан (disconnected) RowSet
  - **CachedRowSet** - кешира данните в паметта, подходящ за изпращане
  - **WebRowSet** - подходящ за изпращане на данните през HTTP (XML)
  - **JoinRowSet** - позволява извършване на JOIN без свързване към БД
  - **FilteredRowSet** - позволява локално филтриране на данните (R/W)

Novelties in JDBC™ 4.1 (Java 7): RowSets (2)

```
try {
        RowSetFactory rsFactory = RowSetProvider.newFactory();
        JdbcRowSet rowSet = rsFactory.createJdbcRowSet();
        rowSet.setUrl("jdbc:mysql://localhost:3306/java21");
        rowSet.setUsername(username);
        rowSet.setPassword(password);
        rowSet.setCommand("SELECT * FROM product");
        rowSet.execute();
        rowSet.absolute(3);          // Позиционира на третия запис
        rowSet.updateFloat("price", 18.70f); //Променя цената на 18.70
        rowSet.updateRow();          // Активира промените в RowSet-а
}
```

Novelties in JDBC™ 4.1 (Java 7): RowSets (3)

```
try {
        RowSetFactory rsFactory = RowSetProvider.newFactory();
        CachedRowSet rowSet = rsFactory.createCachedRowSet();
        rowSet.setUrl("jdbc:mysql://localhost:3306/java21");
        rowSet.setUsername(username);
        rowSet.setPassword(password);
        rowSet.setCommand("SELECT * FROM product");
        int [] keyColumns = {1}; rowSet.setKeyColumns(keyColumns);
        rowSet.execute();
        rowSet.absolute(3);  rowSet.updateFloat("price", 18.70f);
        rowSet.updateRow();
        rowSet.acceptChanges(con); // Синхронизация с БД
}
```

Idiomatic RDBs Access using JDBI

Practical Exercises

JDBI

- JDBI library provides convenient, idiomatic access to relational databases in Java.
- JDBI is built on top of JDBC. If your database has a JDBC driver, you can use JDBI with it.
- JDBI provides a light abstraction layer on top of JDBC.
- Two major JDBI APIs:
  - Core (Fluent) API – handles, positional and named arguments, queries, mappers, codecs, templating, results, updates, batches, prepared batches, exception rewriting, generated keys, transactions, metadata, configuration
  - SQL Objects – annotated methods, default methods, transactions

Dependencies - I

```
<dependencyManagement>
    <dependencies>
        <dependency>
            <groupId>org.jdbi</groupId>
            <artifactId>jdbi3-bom</artifactId>
            <type>pom</type>
            <version>3.28.0</version>
            <scope>import</scope>
        </dependency>
    </dependencies>
</dependencyManagement>
```

Dependencies - II

```
<dependency>
    <groupId>org.jdbi</groupId>
    <artifactId>jdbi3-core</artifactId>
</dependency>
<dependency>
    <groupId>org.jdbi</groupId>
    <artifactId>jdbi3-sqlobject</artifactId>
</dependency>
<dependency>
    <groupId>org.jdbi</groupId>
    <artifactId>jdbi3-spring5</artifactId>
    <version>3.28.0</version>
</dependency>
```

Maven Plugin Configuration

```
<plugin>
    <groupId>org.apache.maven.plugins</groupId>
    <artifactId>maven-compiler-plugin</artifactId>
    <configuration>
        <compilerArgs>
            <arg>-parameters</arg>
        </compilerArgs>
    </configuration>
</plugin>
```

Fluent API - I

```
Jdbi jdbi = Jdbi.create("jdbc:h2:mem:test"); // (H2 in-memory database)

    List<User> users = jdbi.withHandle(handle -> {
        handle.execute("CREATE TABLE \"user\" (id INTEGER PRIMARY KEY, \"name\"
VARCHAR)");

        // Inline positional parameters
        handle.execute("INSERT INTO \"user\" (id, \"name\") VALUES (?, ?)", 0, "Alice");

        // Positional parameters
        handle.createUpdate("INSERT INTO \"user\" (id, \"name\") VALUES (?, ?)")
                .bind(0, 1) // 0-based parameter indexes
                .bind(1, "Bob")
                .execute();

        // Named parameters
        handle.createUpdate("INSERT INTO \"user\" (id, \"name\") VALUES (:id, :name)")
                .bind("id", 2)
                .bind("name", "Clarice")
                .execute();
```

Fluent API - II

```
        // Named parameters from bean properties
        handle.createUpdate("INSERT INTO \"user\" (id, \"name\") VALUES (:id, :name)")
                .bindBean(new User(3, "David"))
                .execute();

        // Easy mapping to any type
        return handle.createQuery("SELECT * FROM \"user\" ORDER BY \"name\"")
                .mapToBean(User.class)
                .list();
    });

    assertThat(users).containsExactly(
            new User(0, "Alice"),
            new User(1, "Bob"),
            new User(2, "Clarice"),
            new User(3, "David"));
}
```

Declarative API - I

```
public interface UserDao {
    @SqlUpdate("CREATE TABLE \"user\" (id INTEGER PRIMARY KEY, \"name\" VARCHAR)")
    void createTable();

    @SqlUpdate("INSERT INTO \"user\" (id, \"name\") VALUES (?, ?)")
    void insertPositional(int id, String name);

    @SqlUpdate("INSERT INTO \"user\" (id, \"name\") VALUES (:id, :name)")
    void insertNamed(@Bind("id") int id, @Bind("name") String name);

    @SqlUpdate("INSERT INTO \"user\" (id, \"name\") VALUES (:id, :name)")
    void insertBean(@BindBean User user);

    @SqlQuery("SELECT * FROM \"user\" ORDER BY \"name\"")
    @RegisterBeanMapper(User.class)
    List<User> listUsers();
}
```

Declarative API - II

```
Jdbi jdbi = Jdbi.create("jdbc:h2:mem:test");
jdbi.installPlugin(new SqlObjectPlugin());

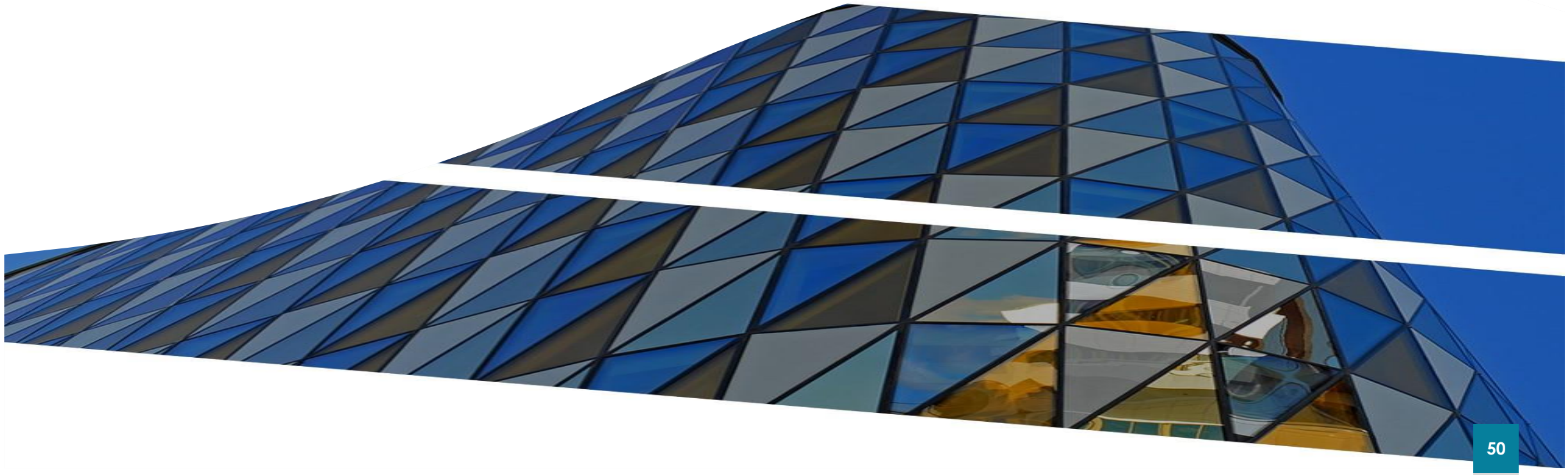
// Jdbi implements your interface based on annotations
List<User> userNames = jdbi.withExtension(UserDao.class, dao -> {
    dao.createTable();

    dao.insertPositional(0, "Alice");
    dao.insertPositional(1, "Bob");
    dao.insertNamed(2, "Clarice");
    dao.insertBean(new User(3, "David"));

    return dao.listUsers();
});

assertThat(userNames).containsExactly(
        new User(0, "Alice"),
        new User(1, "Bob"),
        new User(2, "Clarice"),
        new User(3, "David"));
```

Spring JDBC



Spring Data Access Objects (DAO)

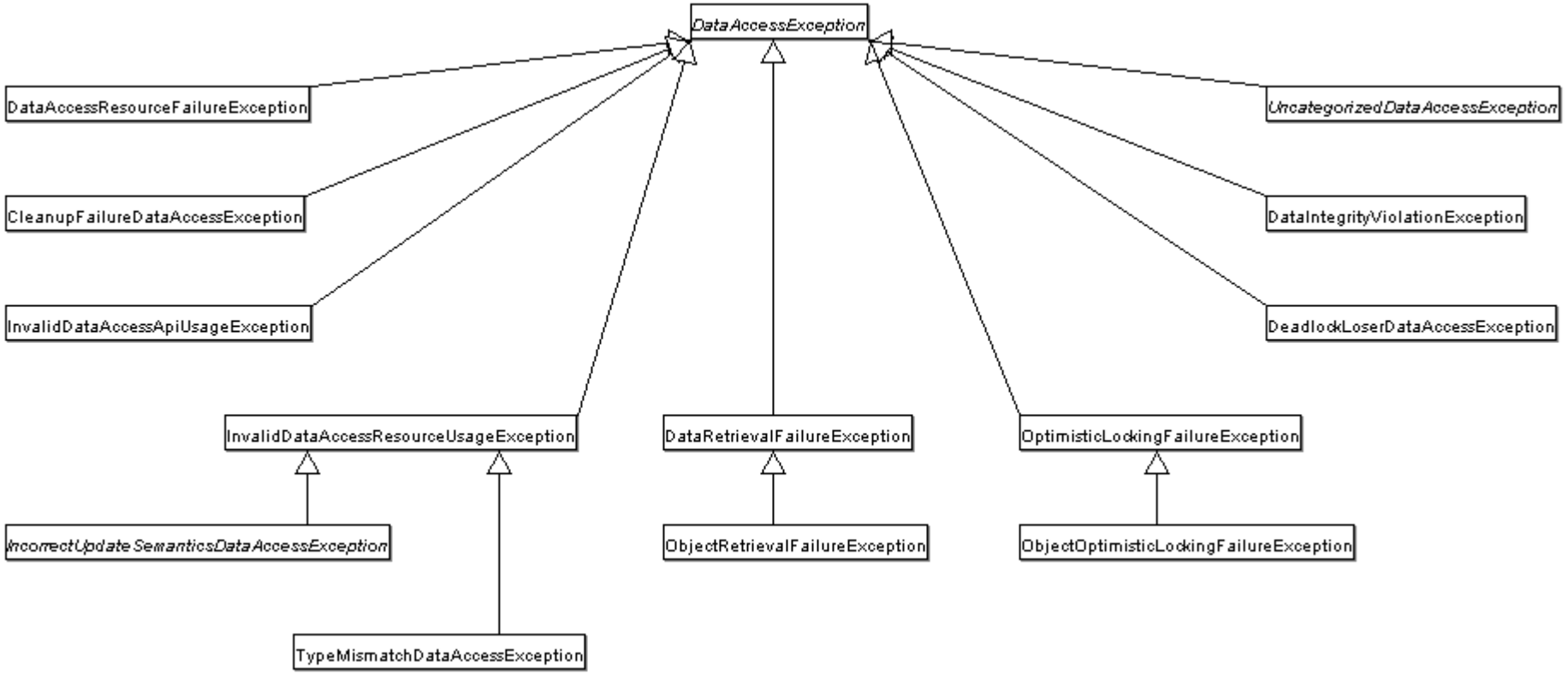
- **Data Access Object (DAO)** – simplifies work with different data access technologies like **JDBC**, **Hibernate** or **JPA** in a consistent way.
- Consistent exception hierarchy - **RuntimeExceptions**
- Annotations used for configuring **DAO** or **Repository** classes – with automatic exception translation:

```
import org.springframework.stereotype.Repository;

@Repository
public class SomeMovieFinder implements MovieFinder {
    // ...
}
```

Source: https://docs.spring.io/spring-framework/docs/

DAO Exception Hierarchy



Source: https://docs.spring.io/spring-framework/docs/

52

DAO Repository - JDBC

```
import javax.sql.DataSource;

@Repository
public class JdbcMovieFinder implements MovieFinder {

    private JdbcTemplate jdbcTemplate;

    @Autowired
    public void init(DataSource dataSource) {
        this.jdbcTemplate = new JdbcTemplate(dataSource);
    }

    // ...

}
```

Source: https://docs.spring.io/spring-framework/docs/

DAO Repository - Hibernate

```
import org.hibernate.SessionFactory;
import
org.springframework.beans.factory.annotation.Autowired;
import org.springframework.stereotype.Repository;

@Repository
public class HibernateMovieFinder implements MovieFinder
{

    private SessionFactory sessionFactory;

    @Autowired
    public void setSessionFactory(SessionFactory
sessionFactory) {
        this.sessionFactory = sessionFactory;
    }

    // ...
}
```

Source: https://docs.spring.io/spring-framework/docs/

DAO Repository - JPA

```
import org.springframework.stereotype.Repository;

import javax.persistence.EntityManager;
import javax.persistence.PersistenceContext;

@Repository
public class JpaMovieFinder implements MovieFinder {

    @PersistenceContext
    private EntityManager entityManager;

    // ...

}
```

Source: https://docs.spring.io/spring-framework/docs/

Spring JDBC

Action	Spring	You
Define connection parameters.		X
Open the connection.	X	
Specify the SQL statement.		X
Declare parameters and provide parameter values		X
Prepare and execute the statement.	X	
Set up the loop to iterate through the results (if any).	X	
Do the work for each iteration.		X
Process any exception.	X	
Handle transactions.	X	
Close the connection, statement and resultset.	X	

Source: https://docs.spring.io/spring-framework/docs/

JDBC DB Access Alternatives

- JdbcTemplate - the “classic” Spring JDBC approach and the most popular - "lowest level", all others use a JdbcTemplate
- NamedParameterJdbcTemplate – wraps a JdbcTemplate to provide named parameters instead of the "?" placeholders
- SimpleJdbcInsert and SimpleJdbcCall uses DB metadata, you only need to provide the name of the table or procedure and provide a map of parameters matching column names.
- RDBMS Objects – include MappingSqlQuery, SqlUpdate and StoredProcedure, you create reusable and thread-safe objects during initialization, like JDO Query, wherein you define your query string, declare parameters, and compile the query. Then you can execute methods multiple times.

Source: https://docs.spring.io/spring-framework/docs/

JDBC Repository Methods - I

```
@Override
public Collection<Article> findAll() {
    List<Article> articles = this.jdbcTemplate
            .query("select * from articles", new
ArticleMapper());
    log.info("Articles loaded: {}", articles.size());
    return articles;
}

@Override
public Article find(long  id) {
    Article article = this.jdbcTemplate.queryForObject(
            "select * from articles where id = ?",
            new Object[]{id}, new ArticleMapper());
    log.info("Article found: {}", article);
    return article;
}
```

Source: https://docs.spring.io/spring-framework/docs/

JDBC Repository Methods - II

```
@Override
public Article create(Article article) {
    KeyHolder keyHolder = new GeneratedKeyHolder();
    jdbcTemplate.update(new PreparedStatementCreator() {
       public PreparedStatement createPreparedStatement
            (Connection connection) throws SQLException {
         PreparedStatement ps = connection
            .prepareStatement(INSERT_SQL, new String[] {"id"});
         ps.setString(1, article.getTitle());
         ps.setString(2, article.getContent());
         ps.setTimestamp(3, new Timestamp(
                        article.getCreatedDate().getTime()));
         ps.setString(4, article.getPictureUrl());
         return ps;
       }
    }, keyHolder);
    article.setId(keyHolder.getKey().longValue());
    log.info("Article created: {}", article);
    return article;
}
```

Source: https://docs.spring.io/spring-framework/docs/

JDBC Repository Methods - III

```
@Override
public Article update(Article article) {
    int count = this.jdbcTemplate.update(
"update articles set (title, content, created_date,
picture_url)
                VALUES (?,?, ?, ?) where id = ?",
            article.getTitle(), article.getContent(),
            article.getCreatedDate(),
            article.getPictureUrl(), article.getId());
    log.info("Article updated: {}", article);
    return article;
}

@Override
public boolean remove(long articleId) {
    int count = this.jdbcTemplate.update(
            "delete from articles where id = ?",
            Long.valueOf(articleId));
    return count > 0;
}
```

Source: https://docs.spring.io/spring-framework/docs/

JDBC DataSource - I

- ```
  @Configuration
  @ComponentScan({"org.iproduct.spring.webmvc.service",
  "org.iproduct.spring.webmvc.dao"})
      @PropertySource("classpath:jdbc.properties")
      public class SpringRootConfig {

          @Value("${jdbc.driverClassName:org.postgresql.Driver}")
          private String driverClassname;


  @Value("${jdbc.url:jdbc:postgresql://localhost/articles}")
          private String url;

          @Value("${jdbc.username:postgres}")
          private String username;

          @Value("${jdbc.password:postgres}")
          private String password;
          ( - continues on next slide -)
  ```

Source: https://docs.spring.io/spring-framework/docs/
  ```

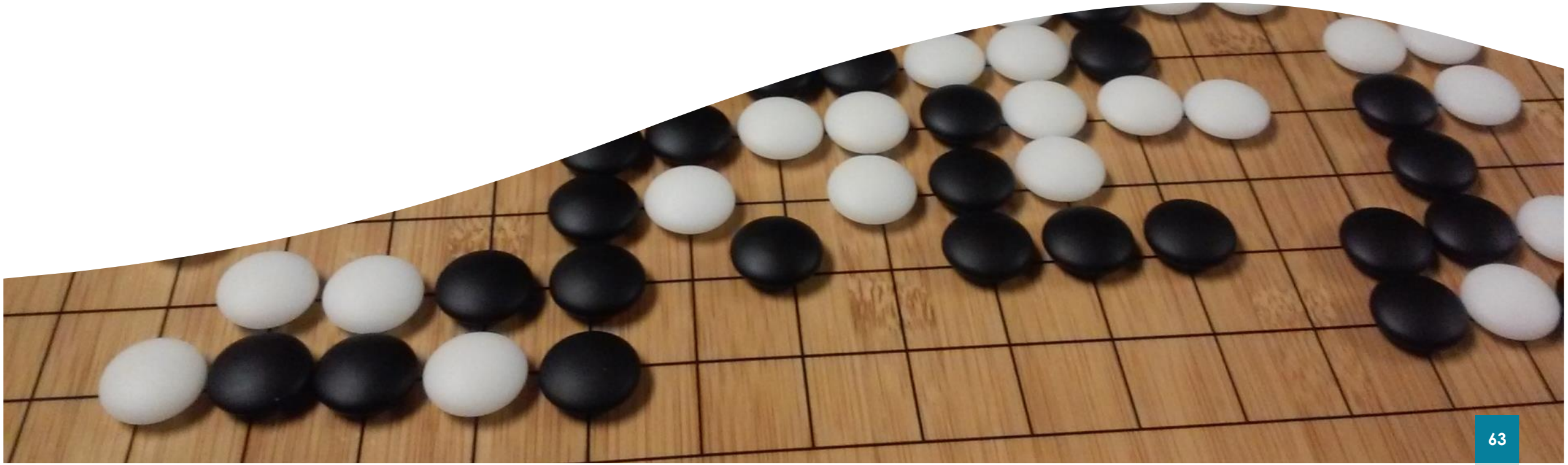
JDBC DataSource - II

```
@Bean
DataSource getDataSource(){
    DriverManagerDataSource dataSource =
                            new DriverManagerDataSource();
     //PostgreSQL database we are using
     dataSource.setDriverClassName(driverClassname);
     dataSource.setUrl(url);//change url
     dataSource.setUsername(username);//change username
     dataSource.setPassword(password);//change pwd

     //H2 database
     /*
     dataSource.setDriverClassName("org.h2.Driver");
     dataSource.setUrl("jdbc:h2:tcp://localhost/~/test");
     dataSource.setUsername("sa");
     dataSource.setPassword("");*/
     return dataSource;
}
}
```

Source: https://docs.spring.io/spring-framework/docs/

Transactions



Transactions and Concurrency

- **Transaction** = Commits as **Business Event**
- **ACID rules:**
- **Atomicity** – the whole transaction is completed (commit) or no part is completed at all (rollback).
- **Consistency** – transaction should presetve existing integrity constraints
- **Isolation** – two uncompleted transactions can not interact
- **Durability** – successfully completed transactions can not be rolled back

Addvantages of Spring Transactions

- Consistent programming model across different transaction APIs such as Java Transaction API (JTA), JDBC, Hibernate, and Java Persistence API (JPA).
- Support for declarative transaction management.
- Simpler API for programmatic transaction management than complex transaction APIs such as JTA.
- Excellent integration with Spring's data access abstractions.

Source: https://docs.spring.io/spring-framework/docs/

Spring Transaction Management

- Global transactions – enable you to work with multiple transactional resources, typically relational databases and message queues (JTA UserTransaction, JNDI lookup).
- Local transactions – resource-specific, such as a transaction associated with a JDBC connection, but cannot work across multiple transactional resources.
- Spring Framework's transactions – consistent programming model in any environment, write code once, and it can use different transaction management strategies in different environments – both declarative and programmatic transaction management (Spring Framework transaction abstraction).

Source: https://docs.spring.io/spring-framework/docs/

Spring Transaction Abstraction

```
public interface PlatformTransactionManager {

    TransactionStatus getTransaction(TransactionDefinition definition)
                      throws TransactionException;

    void commit(TransactionStatus status) throws TransactionException;

    void rollback(TransactionStatus status) throws TransactionException;
}
```

- TransactionDefinition:
  - Propagation – what to do when a transactional method is executed when a transaction context already exists)
  - Isolation – degree to which this transaction is isolated from the work of other transactions (e.g. can this transaction see uncommitted writes from other transactions?)
  - Timeout – how long run before timing out and being rolled back
  - Read-only status: used when you read but not modify data

Source: https://docs.spring.io/spring-framework/docs/

Transaction Isolation Levels

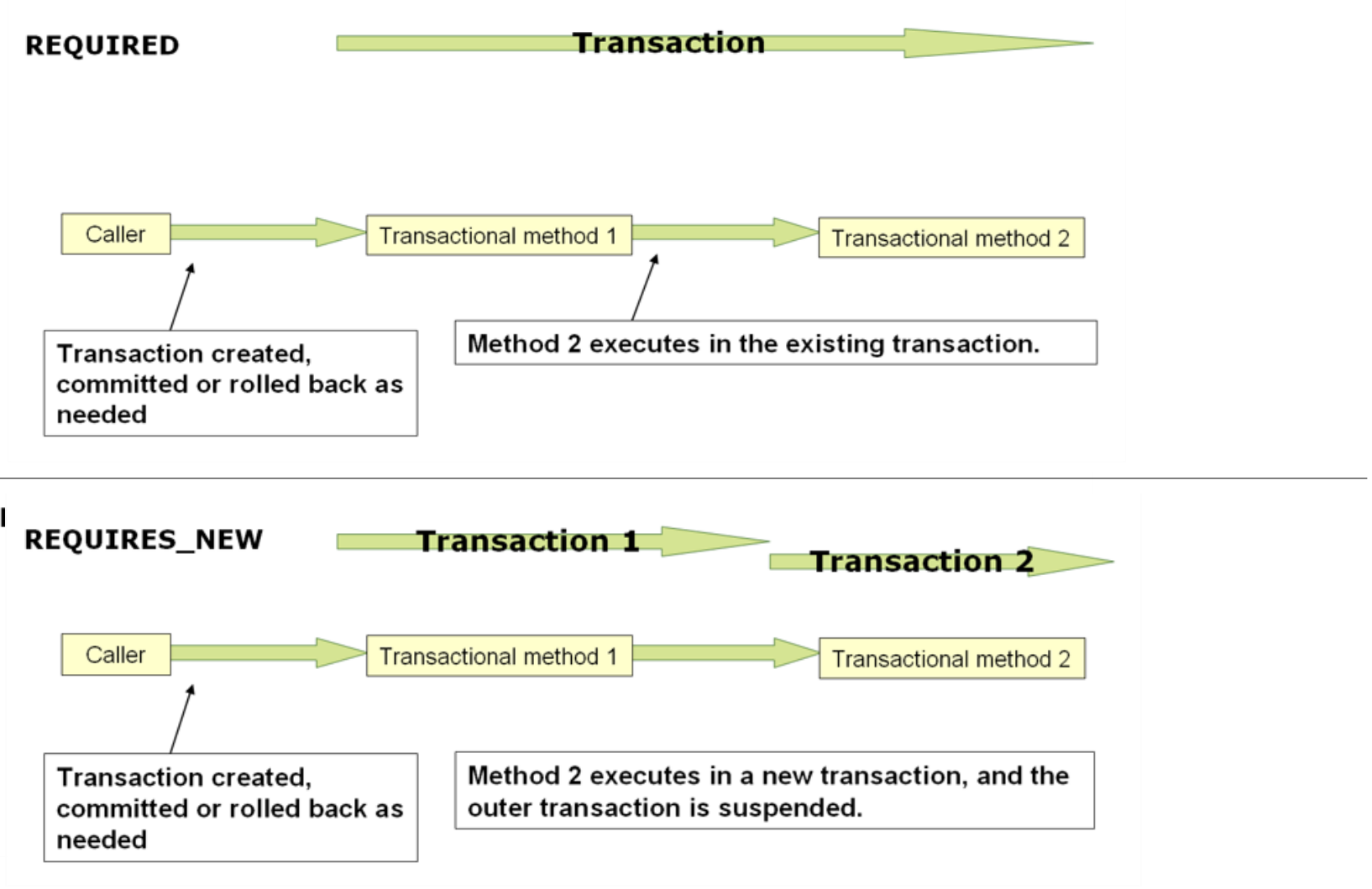
- DEFAULT - use the default isolation level of the underlying datastore
- READ_UNCOMMITTED – dirty reads, non-repeatable reads and phantom reads can occur
- READ_COMMITTED – prevents dirty reads; non-repeatable reads and phantom reads can occur
- REPEATABLE_READ – prevents dirty reads and non-repeatable reads; phantom reads can occur
- SERIALIZABLE – prevents dirty reads, non-repeatable reads and phantom reads

Source: https://docs.spring.io/spring-framework/docs/

Transactions Propagation

- SUPPORTS – supports transaction if exisiting, executes non-transactionally if not
- REQUIRED – supports transaction if exisiting, creates new if not
- REQUIRES_NEW – always create a new transaction, and suspend the current transaction if one exists
- MANDATORY – supports the current transaction, throws an exception if none exists
- NEVER – execute non-transactionally, throw an exception if a transaction exists
- NOT_SUPPORTED - execute non-transactionally, suspend the current transaction if one exists
- NESTED – executes within a nested transaction if current transaction exists, else does like PROPAGATION_REQUIRED

Transactions Propagation



Source: https://docs.spring.io/spring-framework/docs/

TransactionStatus

```
public interface TransactionStatus extends SavepointManager {

    boolean isNewTransaction();

    boolean hasSavepoint();

    void setRollbackOnly();

    boolean isRollbackOnly();

    void flush();

    boolean isCompleted();

}
```

Source: https://docs.spring.io/spring-framework/docs/

Transactions and Concurrency

- **DataSourceTransactionManager** – JDBC local transactions, allows thread bound connections, obtained

```
<bean id="txManager"
class="org.springframework.jdbc.datasource.DataSourceTransactionManager">
    <property name="dataSource" ref="dataSource"/>
</bean>
```

- **JtaTransactionManager** – using global JTA tranactions

```
<jee:jndi-lookup id="dataSource" jndi-name="jdbc/articles"/>
<bean id="txManager"
    class="org.springframework.transaction.jta.JtaTransactionManager"/>
```

- **@Transactional** – declarative transactions
- **TransactionTemplate** or directly using **PlatformTransactionManager** – programmatic transactions

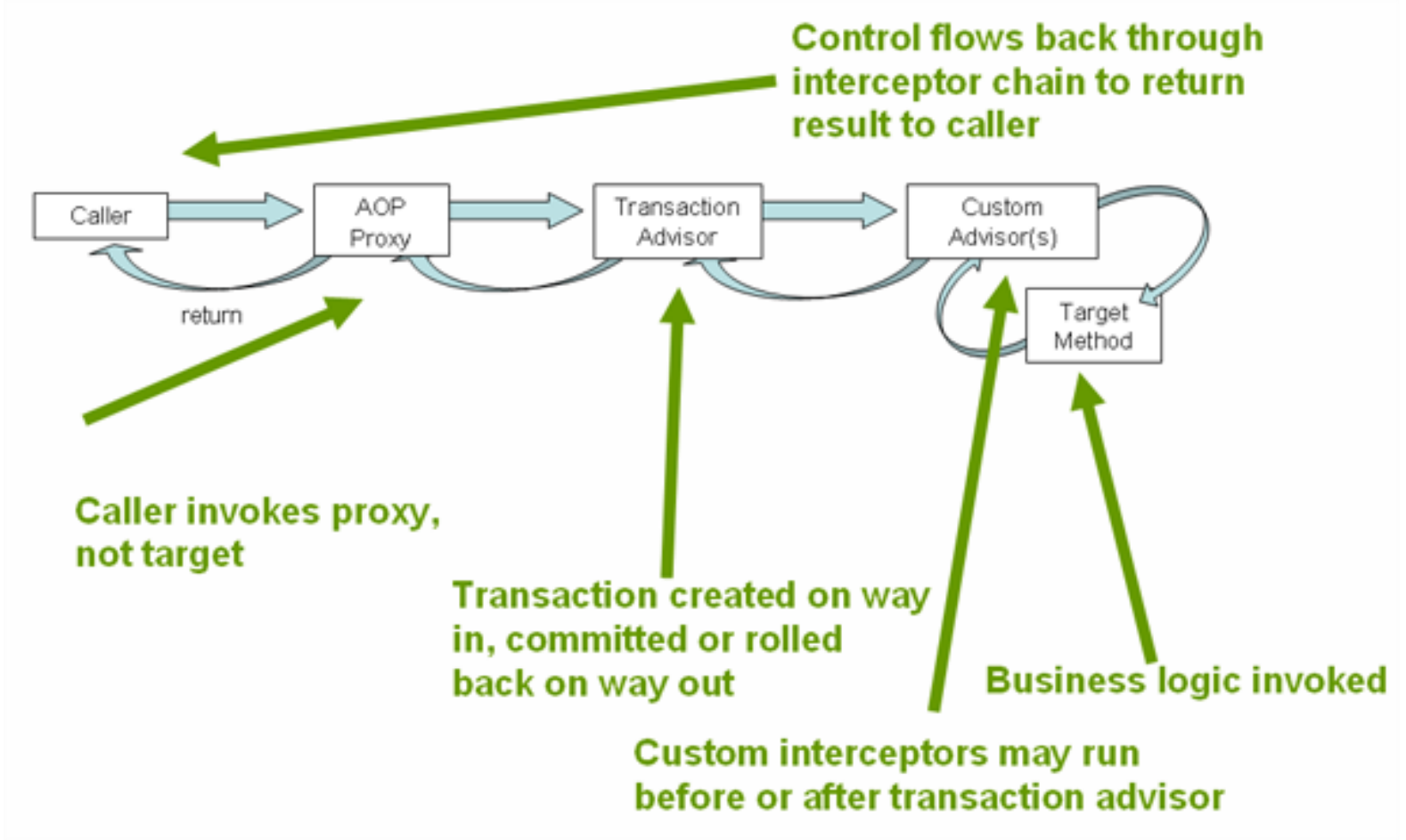
Declarative Transaction Demarcation

- Enabling declarative transactions:
  - **@EnableTransactionManagement**
  - **<tx:annotation-driven/>**
- **@Transactional** attributes: value (optional qualifier specifying the transaction manager to be used), propagation, isolation, readOnly, timeout (in seconds), rollbackFor (optional array of exception classes that must cause rollback), rollbackForClassName, noRollbackFor (optional array of exception classes that must not cause rollback), noRollbackForClassName

```
@Transactional(propagation = Propagation.REQUIRED)
public List<Article> createArticlesBatch(List<Article>
articles){
      List<Article> created = articles.stream()
            .map(article -> addArticle(article))
            .collect(Collectors.toList());
      return created;
}
```

Source: https://docs.spring.io/spring-framework/docs/

Transactions via AOP Proxies



Source: https://docs.spring.io/spring-framework/docs/

Customizing Transactions using AOP

```
<aop:config>
   <aop:pointcut id="entryPointMethod"
                 expression="execution(* x.y..*Service.*(..))"/>
   <aop:advisor advice-ref="txAdvice" pointcut-ref="entryPointMethod"
order="2"/>
   <aop:aspect id="profilingAspect" ref="profiler">
       <aop:pointcut id="methodWithReturn"
                     expression="execution(!void x.y..*Service.*(..))"/>
       <aop:around method="profile" pointcut-ref="methodWithReturn"/>
   </aop:aspect>
</aop:config>

<tx:advice id="txAdvice" transaction-manager="txManager">
   <tx:attributes>
       <tx:method name="get*" read-only="true"/>
       <tx:method name="*"/>
   </tx:attributes>
</tx:advice>
```

Source: https://docs.spring.io/spring-framework/docs/

Programmatic Transactions - I

```
public List<Article> createArticlesBatch(List<Article> articles)
{
   return transactionTemplate.execute(
      new TransactionCallback<List<Article>>() {
         public List<Article> doInTransaction(
                                          TransactionStatus status)
{
            List<Article> created = articles.stream()
               .map(article -> {
                  try {
                     return addArticle(article);
                  } catch (ConstraintViolationException ex) {
                     log.error("Error:{}",ex.getMessage());
                     status.setRollbackOnly();
                     return null;
                  }
            }).collect(Collectors.toList());
            return created;
         }
    });
}
```

Source: https://docs.spring.io/spring-framework/docs/

Programmatic Transactions - II

```
public List<Article> createArticlesBatch(List<Article> articles) {
    DefaultTransactionDefinition def = new DefaultTransactionDefinition();
    def.setPropagationBehavior(TransactionDefinition.PROPAGATION_REQUIRED);
    def.setTimeout(5);
    TransactionStatus status = transactionManager.getTransaction(def);
    List<Article> created = articles.stream()
        .map(article -> {
            try {
                Article resultArticle = addArticle(article);
                applicationEventPublisher.publishEvent(
                                new ArticleCreationEvent(resultArticle));
                return resultArticle;
            } catch (ConstraintViolationException ex) {
                log.error("Error: {}", ex.getMessage());
                transactionManager.rollback(status); // ROLLBACK
                throw ex;
            }
        }).collect(Collectors.toList());
    transactionManager.commit(status); // COMMIT
    return created;
}
```

Source: https://docs.spring.io/spring-framework/docs/

@TransactionalEventListener

```
@TransactionalEventListener
public void
handleArticleCreatedTransactionCommit(ArticleCreationEvent
creationEvent) {
    log.info(">>> Transaction COMMIT for article: {}",
            creationEvent.getArticle());
}
```

```
@TransactionalEventListener(phase = TransactionPhase.AFTER_ROLLBACK)
public void
handleArticleCreatedTransactionRollaback(ArticleCreationEvent
creationEvent) {
    log.info(">>> Transaction ROLLBACK for article: {}",
            creationEvent.getArticle());
}
```

Source: https://docs.spring.io/spring-framework/docs/

Resources

- Wikipedia – Free Online Enciclopedia – http://wikipedia.org/https://en.wikipedia.org/wiki/Relational_model
- Oracle® Java™ Technologies webpage – http://www.oracle.com/technetwork/java/
- Oracle®: The Java Tutorials: Lesson: JDBC Basics – http://docs.oracle.com/javase/tutorial/jdbc/basics/index.html
- Oracle®: Новости в JDBC™ 4.1 – http://docs.oracle.com/javase/7/docs/technotes/guides/jdbc/jdbc_41.html
- Joshua Bloch: Automatic Resource Management (V.2) – https://docs.google.com/View?id=ddv8ts74_3fs7483dp

Thank's for Your Attention!

Trayan Iliev

IPT – Intellectual Products & Technologies

http://iproduct.org/

https://github.com/iproduct

https://twitter.com/trayaniliev

https://www.facebook.com/IPT.EACAD