Доклад

Ошибки проверки вводимых данных: SQL-инъекция

Поляков Глеб Сергеевич

Содержание

# 1 Введение

SQL-инъекции представляют собой одну из наиболее распространенных и разрушительных атак на веб-приложения. Эта уязвимость позволяет злоумышленникам внедрять вредоносный SQL-код в запросы к базе данных через входные точки, такие как веб-формы, URL-параметры и другие пользовательские входные данные. В результате таких атак злоумышленники могут получить несанкционированный доступ к данным, изменять или удалять их, что приводит к серьезным последствиям для бизнеса и пользователей.

SQL-инъекции остаются актуальной угрозой в современном мире информационных технологий. Согласно отчетам по безопасности, количество атак с использованием SQL-инъекций продолжает расти. За последние годы несколько крупных компаний стали жертвами подобных атак, что привело к утечкам персональных данных миллионов пользователей. Например, в 2017 году произошла известная утечка данных Equifax, затронувшая более 163 миллионов человек. Эта атака показала, насколько разрушительными могут быть последствия SQL-инъекций для организаций и их клиентов.

# 2 Основная часть

## 2.1 Принципы работы SQL-инъекции

SQL-инъекция работает за счет использования недостаточной обработки пользовательских данных перед их включением в SQL-запросы. Злоумышленник манипулирует вводимыми данными таким образом, чтобы изменять логику SQL-запросов, выполняемых на сервере базы данных. Ниже описаны основные принципы работы SQL-инъекции с примерами.

### 2.1.1 Принцип 1: Внедрение в строковые данные

Этот тип инъекции происходит, когда пользовательский ввод включается в строковые параметры SQL-запроса без должного экранирования или фильтрации.

#### 2.1.1.1 Пример

Рассмотрим следующий SQL-запрос, уязвимый к инъекции:

query = "SELECT \* FROM users WHERE username = '" + user\_input + "'";

Если злоумышленник введет admin' OR '1'='1, результатом будет следующий SQL-запрос:

SELECT \* FROM users WHERE username = 'admin' OR '1'='1';

Такой запрос вернет все записи из таблицы users, так как условие 1='1' всегда истинно.

### 2.1.2 Принцип 2: Внедрение в числовые данные

Этот тип инъекции происходит, когда пользовательский ввод включается в числовые параметры SQL-запроса без должной проверки.

#### 2.1.2.1 Пример

Рассмотрим следующий SQL-запрос:

query = "SELECT \* FROM products WHERE product\_id = " + product\_id;

Если злоумышленник введет 0 OR 1=1, результатом будет следующий SQL-запрос:

SELECT \* FROM products WHERE product\_id = 0 OR 1=1;

Такой запрос вернет все записи из таблицы products, так как условие 1=1 всегда истинно.

### 2.1.3 Принцип 3: Слепая SQL-инъекция (Blind SQL Injection)

Этот тип инъекции используется, когда сервер базы данных не возвращает результат запроса напрямую, но можно определить поведение приложения на основе истинности или ложности условий.

#### 2.1.3.1 Пример

Рассмотрим следующий SQL-запрос:

query = "SELECT \* FROM users WHERE username = '" + user\_input + "' AND password = '" + password + "'";

Злоумышленник может ввести admin' AND '1'='1 в поле имени пользователя. Итоговый запрос будет выглядеть следующим образом:

SELECT \* FROM users WHERE username = 'admin' AND '1'='1' AND password = 'password';

Если страница загружается успешно, злоумышленник может понять, что первая часть условия была выполнена.

### 2.1.4 Принцип 4: Инъекция на основе ошибок (Error-based SQL Injection)

Этот тип инъекции использует ошибки, возвращаемые сервером базы данных, для получения информации о структуре базы данных.

#### 2.1.4.1 Пример

Рассмотрим следующий SQL-запрос:

query = "SELECT \* FROM users WHERE username = '" + user\_input + "'";

Если злоумышленник введет admin' UNION SELECT null, table\_name FROM information\_schema.tables --, результатом будет следующий SQL-запрос:

SELECT \* FROM users WHERE username = 'admin' UNION SELECT null, table\_name FROM information\_schema.tables --';

Этот запрос может вызвать ошибку или вернуть данные о таблицах базы данных, в зависимости от настроек сервера.

### 2.1.5 Принцип 5: Инъекция на основе времени (Time-based SQL Injection)

Этот тип инъекции используется, когда злоумышленник определяет истинность условий, добавляя задержки в выполнение SQL-запросов.

#### 2.1.5.1 Пример

Рассмотрим следующий SQL-запрос:

query = "SELECT \* FROM users WHERE username = '" + user\_input + "'";

Злоумышленник может ввести admin' OR IF(1=1, SLEEP(5), 0) --, результатом чего будет следующий SQL-запрос:

SELECT \* FROM users WHERE username = 'admin' OR IF(1=1, SLEEP(5), 0) --';

Если сервер задерживает ответ на 5 секунд, злоумышленник понимает, что условие было истинным.

Виды SQL-инъекций

##Виды SQL-инъекций

1. **Инъекция в строковых данных**: Происходит, когда инъекция внедряется в строковые параметры.
2. **Инъекция в числовых данных**: Злоумышленник вводит числовые значения, которые изменяют логику SQL-запроса.
3. **Слепая SQL-инъекция (Blind SQL Injection)**: Когда сервер не возвращает результат запроса напрямую, но поведение приложения изменяется на основе истинности или ложности условий.
4. **Инъекция на основе ошибок (Error-based SQL Injection)**: Злоумышленник использует ошибки, возвращаемые базой данных, для получения информации.

## 2.2 Методы защиты от SQL-инъекций

SQL-инъекции остаются одной из самых распространенных угроз безопасности для веб-приложений и баз данных. Чтобы защититься от таких атак, необходимо применять несколько методов, которые вместе создают многоуровневую систему защиты. Ниже описаны основные методы защиты от SQL-инъекций.

### 2.2.1 1. Использование подготовленных выражений (Prepared Statements)

Подготовленные выражения позволяют разделить SQL-запрос и данные, что предотвращает внедрение вредоносного кода. Они гарантируют, что введенные данные обрабатываются как параметры, а не как часть SQL-запроса.

#### 2.2.1.1 Пример на Java:

String query = "SELECT \* FROM users WHERE username = ?";  
PreparedStatement pstmt = connection.prepareStatement(query);  
pstmt.setString(1, user\_input);  
ResultSet rs = pstmt.executeQuery();

### 2.2.2 2. Хранимые процедуры (Stored Procedures)

Хранимые процедуры выполняются на сервере базы данных и позволяют выполнять предопределенные операции. Они помогают избежать SQL-инъекций, так как параметры процедуры обрабатываются отдельно от тела запроса.

#### 2.2.2.1 Пример на SQL Server:

CREATE PROCEDURE GetUserByUsername  
 @username NVARCHAR(50)  
AS  
BEGIN  
 SELECT \* FROM users WHERE username = @username;  
END;

Вызов хранимой процедуры:

EXEC GetUserByUsername @username = 'user\_input';

### 2.2.3 3. Экранирование специальных символов

Экранирование специальных символов предотвращает их интерпретацию как части SQL-запроса. Это может быть полезно для баз данных и приложений, которые не поддерживают подготовленные выражения или хранимые процедуры.

#### 2.2.3.1 Пример на PHP:

$username = mysqli\_real\_escape\_string($connection, $user\_input);  
$query = "SELECT \* FROM users WHERE username = '$username'";  
$result = mysqli\_query($connection, $query);

### 2.2.4 4. Валидация и фильтрация данных

Валидация и фильтрация данных помогает убедиться, что вводимые пользователем данные соответствуют ожидаемому формату и содержат только допустимые значения.

#### 2.2.4.1 Пример на PHP:

if (filter\_var($email, FILTER\_VALIDATE\_EMAIL)) {  
 // valid email  
} else {  
 // invalid email  
}

### 2.2.5 5. Принцип минимальных привилегий

Принцип минимальных привилегий означает, что учетная запись базы данных, используемая веб-приложением, должна иметь только те права, которые необходимы для выполнения конкретных задач. Например, для операций чтения данных не нужны права на изменение или удаление данных.

#### 2.2.5.1 Пример:

Создайте пользователя базы данных с минимальными привилегиями:

CREATE USER 'app\_user'@'localhost' IDENTIFIED BY 'password';  
GRANT SELECT, INSERT, UPDATE ON database\_name.\* TO 'app\_user'@'localhost';

### 2.2.6 6. Использование ORM (Object-Relational Mapping)

ORM-системы абстрагируют работу с базой данных и автоматически обрабатывают параметры, что снижает риск SQL-инъекций.

#### 2.2.6.1 Пример на Python с использованием SQLAlchemy:

from sqlalchemy import create\_engine, Table, MetaData  
engine = create\_engine('mysql+pymysql://user:password@localhost/database')  
metadata = MetaData(bind=engine)  
users = Table('users', metadata, autoload=True)  
stmt = users.select().where(users.c.username == user\_input)  
result = engine.execute(stmt)

### 2.2.7 7. Обнаружение и предотвращение вторжений (IDS/IPS)

Системы обнаружения и предотвращения вторжений могут мониторить трафик и обнаруживать подозрительные активности, такие как попытки SQL-инъекций. Они могут блокировать или предупреждать администратора о возможных атаках.

### 2.2.8 8. Регулярное тестирование безопасности

Проведение регулярных проверок безопасности и тестов на проникновение помогает выявить и устранить уязвимости до того, как их смогут использовать злоумышленники. Важно применять инструменты для автоматического сканирования и проводить ручные проверки.

Таблица 1: методы защиты от SQL-инъекций

| Метод защиты | Описание | Пример |
| --- | --- | --- |
| Подготовленные выражения | Разделяют SQL-запрос и данные, предотвращая внедрение вредоносного кода. | PreparedStatement pstmt = connection.prepareStatement("SELECT \* FROM users WHERE username = ?"); |
| Хранимые процедуры | Выполняют предопределенные операции на сервере базы данных, исключая изменение структуры запроса злоумышленником. | CREATE PROCEDURE GetUserByUsername @username NVARCHAR(50) AS BEGIN SELECT \* FROM users WHERE username = @username; END; |
| Экранирование специальных символов | Обработка специальных символов, чтобы предотвратить их интерпретацию как части SQL-запроса. | mysqli\_real\_escape\_string($connection, $user\_input); |
| Валидация и фильтрация данных | Проверка ввода данных на соответствие ожидаемому формату и допустимым значениям. | if (filter\_var($email, FILTER\_VALIDATE\_EMAIL)) { // valid email } else { // invalid email } |
| Принцип минимальных привилегий | Учетная запись базы данных должна иметь только необходимые права доступа. | GRANT SELECT, INSERT, UPDATE ON database\_name.\* TO 'app\_user'@'localhost'; |
| Использование ORM | Абстрагирование работы с базой данных, автоматическая обработка параметров. | stmt = users.select().where(users.c.username == user\_input); |
| IDS/IPS | Системы обнаружения и предотвращения вторжений для мониторинга и блокировки подозрительных активностей. | Использование специализированных IDS/IPS решений. |
| Регулярное тестирование безопасности | Проведение проверок безопасности и тестов на проникновение для выявления и устранения уязвимостей. | Использование инструментов для автоматического сканирования и проведения ручных проверок. |

## 2.3 Заключение

SQL-инъекции представляют серьезную угрозу безопасности данных и приложений. Понимание принципов работы SQL-инъекций позволяет лучше защищаться от них. Важные меры защиты включают использование подготовленных выражений, хранимых процедур, экранирование специальных символов, валидацию данных и ограничение прав доступа. Внедрение этих мер значительно снижает риск успешной SQL-инъекции.

# 3 Выводы

SQL-инъекции остаются актуальной и серьезной угрозой для информационных систем. Однако, правильное понимание принципов работы SQL-инъекций и внедрение эффективных методов защиты позволяют значительно снизить риск таких атак. Применение подготовленных выражений, хранимых процедур, экранирование данных, валидация ввода, принцип минимальных привилегий, использование ORM, IDS/IPS-системы и регулярное тестирование безопасности составляют основу комплексной стратегии защиты. Следуя этим принципам, организации могут обеспечить высокую степень безопасности своих данных и приложений, защищая их от потенциальных атак SQL-инъекций.

# Список литературы

1. **OWASP (Open Web Application Security Project)** - <https://owasp.org/www-community/>
2. **W3Schools SQL Injection** - <https://www.w3schools.com/sql/sql_injection.asp>
3. **SQL Injection Cheat Sheet by Netsparker** - <https://www.netsparker.com/blog/web-security/sql-injection-cheat-sheet/>
4. **SQL Injection Prevention Cheat Sheet by OWASP** - <https://cheatsheetseries.owasp.org/cheatsheets/SQL_Injection_Prevention_Cheat_Sheet.html>
5. **SQL Injection Attacks and Defense by Acunetix** - <https://www.acunetix.com/sql-injection/>
6. **SQL Injection Prevention Tips by Veracode** - <https://www.veracode.com/sql-injection>