**СОФИЙСКА ПРОФЕСИОНАЛНА ГИМНАЗИЯ ПО ЕЛЕКТРОНИКА**

**„ДЖОН АТАНАСОВ“**

**ДИПЛОМЕН ПРОЕКТ**

**Тема: „Система за контрол на достъпа на служители“**

**Практическа част: „Реализиране на система за контрол на достъпа на служители“**

Дипломант: Филип Ивайлов Андонов 12 „В“ клас

Професия: 481030 „Приложен програмист“

Специалност: 4810301 „Приложно програмиране“

Ръководител на дипломен проект: инж. Любица Димитрова

Дипломант: …………………………………………………………………………

*/подпис/*

Ръководител на Дипломен проект: инж. Любица Димитрова ………………….

*/подпис/*

София

2022

# **Съдържание**

[**Съдържание** 1](#_Toc101395309)

[**Увод** 2](#_Toc101395310)

[**Изложение** 5](#_Toc101395311)

[**Планиране** 5](#_Toc101395312)

[**Подбор на тема** 5](#_Toc101395313)

[**Съставяне и описване на план** 5](#_Toc101395314)

[**Система за контрол на** **версиите и ресурсите** 8](#_Toc101395315)

[**Git, Github и TortoiseGit** 8](#_Toc101395316)

[**Хардуерна архитектура** 10](#_Toc101395317)

[**Хардуерна схема** 10](#_Toc101395318)

[**Захранване** 12](#_Toc101395319)

[**База данни** 12](#_Toc101395320)

[**Релационна база данни** 12](#_Toc101395321)

[**MySQL** 12](#_Toc101395322)

[**Общо за софтуерната архитектура** 14](#_Toc101395323)

[**Обектно ориентирано програмиране** 14](#_Toc101395324)

[**UML диаграми** 15](#_Toc101395325)

[**Блок схеми** 17](#_Toc101395326)

[**Софтуерна архитектура на портален модул** 19](#_Toc101395327)

[**Верига от инструменти** 19](#_Toc101395328)

[**Конвенции за именуване** 19](#_Toc101395329)

[**Софтуерни класове за порталния модул** 19](#_Toc101395330)

[**Клас IOManager** 20](#_Toc101395331)

[**Клас PN532** 20](#_Toc101395332)

[**Клас ClientSocket** 21](#_Toc101395333)

[**Клас GPIO** 21](#_Toc101395334)

[**Клас LED** 22](#_Toc101395335)

[**Клас Lock** 22](#_Toc101395336)

[**Софтуерна архитектура на сървърна апликация** 22](#_Toc101395337)

[**Конвенции за именуване** 22](#_Toc101395338)

[**Софтуерни класове за сървърната апликация** 23](#_Toc101395339)

[**Клас ServerSocket** 24](#_Toc101395340)

[**Клас ConnectionHandler** 24](#_Toc101395341)

[**MySQL connections** 24](#_Toc101395342)

[**Клас DatabaseConnector** 25](#_Toc101395343)

[**Потребителски интерфейс / потребителско преживяване** 25](#_Toc101395344)

[**Софтуерна архитектура уеб приложение** 26](#_Toc101395345)

[**Джанго архитектурата** 26](#_Toc101395346)

[**Инсталация** 27](#_Toc101395347)

[**Създаване и управление на Джанго проект** 27](#_Toc101395348)

[**Заключение** 29](#_Toc101395349)

[**Списък на използвана литература** 29](#_Toc101395350)

[**Приложения** 29](#_Toc101395351)

# **Увод**

В днешно време процесът на урбанизация се засилва все повече. Земеделието се модернизира и човешкият труд в сферата вече е все по-малко търсен. Докато средната възраст в провинцията расте, младите трудоспособни хора се преселват в големите градове и започват работа в офиси и предприятия. Според проучване на Националния статистически институт(1) в България към 31.12.2020 г. в градовете пребивават 72.9% от българското население. Българското законодателство гласи, че всеки работодател е задължен да подпише трудов договор с наетия служител, като се задължава да изплаща възнаграждение. Тази заплата най-често се формира от положените работни часове. За целта всяка фирма наема счетоводители и икономисти, които да следят приходите, разходите и заплатите. Процесът, изчисляващ възнаграждението, става значително по-сложен при по-голям брой служители. Повечето предприятия нямат възможността да се заемат с точно следене на положените часове труд, затова изплащат заплатата на базата на договорено работно време. Това е нечестно спрямо

1.https://nsi.bg/sites/default/files/files/pressreleases/Population2020\_IVGTQG5.pdf

полагащите повече усилия, защото на тях се изплаща толкова, колкото и на по-малко трудещите се. Непрецизния критерии води до занижаване на стандартите, продуктивността и мотивацията.

Друг актуален проблем е сигурността. Служителите и фирмената собственост имат нужда от защита против злонамерени лица. При липса на подходящи мерки е възможен фирмен шпионаж, оронване на престижа на предприятието и/или служителите, изтичане на ценни данни, кражби и саботаж. Протекцията се случва най-често чрез жива охрана, но в голяма фирма с много служители тя е неефективна и скъпа. Затова охранителите работят в симбиоза със системи за сигурност като видеонаблюдение и системи за контрол на достъпа.

Целта на този дипломен проект е едновременно да спомогне подобряването на сигурността и решаването на проблема с изчислението на възнаграждение.

Системата се състои от четири основни части: портален модул, сървърен модул, база данни и уеб модул.

Порталният (клиентският) модул цели да се предотврати неоторизиран достъп през портала, на който е поставен. Той използва гъвкав заключващ механизъм, блокиращ отварянето на врата, и сензор за радиочестотна идентификация. Чрез сензора се извлича информация от чип, карта или мобилно устройство, която след това се използва при запитване за оторизация. Модулът е сравнително евтин и позволява надграждане. Това дава възможността да се използват повече от един модули с цел пълен контрол върху сградата. По този начин с много по-малко съдействие от човек и по-малък бюджет се осигурява по-сигурен периметър.

Сървърният модул получава и обработва заявки от така наречените клиентски модули. Един сървърен модул може да обслужва паралелно много заявки. Целта е да се провери в базата данни дали устройството е оторизирано да отвори портала, това действие да се запише и да се изпрати обратен сигнал до клиентския модул.

Уеб модула е достъпен през мрежата, позволява да се анализират данните от порталите и да се извежда статистика за работно време на служителите. Изведената информация е подходяща, за да се включи в алгоритъм за изчисление на заплата.

Базата данни запазва информацията трайно в енергонезависима памет.

Очаква се този проект да намали цената на охранителната дейност, да улесни служителите, обработващи разплащанията, да спомогне за по-справедливо възнаграждение и да повиши нивото на сигурност.

Системата е иновативна за България, защото обединява софтуера и хардуера по подходящ за работодателите начин. На пазара се срещат системи за контрол на достъп и за засичане на работно време, но не се предлага цялостно решение, описано в този проект.

# **Изложение**

## **Планиране**

## **Подбор на тема**

Предвид познанията и възможностите, които имам, съставих списък с проекти. Започнах елиминирането на потенциални възможности, като анализирах дали са осъществими в дадения срок, какви ресурси ще се изискват, каква практическа стойност имат, колко са сложни и колко са оригинални. Съвкупността от многослоен софтуер и хардуер е изключително интересна и предизвикателна, но операционната система Линукс и обществото поддържащо „отворен“ код (open source) позволява завършването на проекта в поставените срокове. Ресурсите нужни за изпълнението са скромни, защото проектът е замислен така, че да функционира надеждно върху контролери със слаби възможности и да е реализиран с евтини, често срещани компоненти. Системата може да намери реално приложение в повечето офиси и предприятия, без значение от тяхната дейност. Тя е много гъвкава, защото позволява заменяне на периферни части като ключалката, сензора, комуникационния модул с много малки модификации. Избрах системата за сигурност и контрол на достъпа, защото тя обединява две съществуващи системи в трета, сравнително иновативна и перспективна.

### **Съставяне и описване на план**

За успешното изпълнение на един сложен проект е нужен подход, стремящ се към разделянето на задачите в повече на брой, но по-прости подзадачи. За целта е използван Канбан. Той е “lean” метод, който подобрява организацията и координацията на работна група. Традиционно представлява метод в който се залепят задачи, записани на лепящи листчета, върху голяма дъска, разделена на колони. Подходящ е за проекти в които всичко се изпълнява от един човек, защото толерира креативност, гъвкавост и простота.

Graphical user interface, application

Description automatically generatedСъставянето на планa започва с нахвърлянето на много идеи за реализация на системата. Тези идеи бяха записани в текстов документ, бяха редактирани и пренесени в интерактивен план в уебсайта Trello(2). Платформата е подходяща, защото в нея са интегрирани модернизирани Канбан шаблони. Традиционното табло е заменено с виртуално, а листчетата с многофункционални бележки. Регистрацията е лесна, интерфейсът е прост и платформата предоставя възможност за „добавки“ (power-ups/plugins), които позволяват добавянето на интерактивен календар, спомагащ съставянето на график и следенето на срокове. Бележките са разделени в различни колони и могат да се добавят в различни групи.

Фигура 1. Екранна снимка от платформата на Trello

Задачите за изпълнението на проекта са разпределени в пет колони:

* To Do Planning Related – Съдържа всички информационни бележки, касаещи планирането, системния анализ, организацията и потенциални нови свойства (feature-и). Тази колона съдържа голяма част от задачите с най-висок приоритет, затова е съответно подредена на първо място. Резултат от изпълнението и е план, описващ подробно нужните стъпки за изпълнение на проекта.
* To Do Developing Related – Съдържа всички информационни бележки, касаещи практическите дейности. Колоната ще доведе до изпълнение на плана, съставен чрез задачите от колона „To Do Planning Related“.
* To Do Testing Related – Съдържа всички информационни бележки касаещи компонентното и функционалното тестване. Тази колона е с по-нисък приоритет, защото за нейното изпълнение е нужен готов план и компоненти, които възникват въз основа на предните две колони.
* In Progress – Съдържа всяка информационна бележка, върху която се работи. Целта на колоната е да спомага концентрацията на работата върху една единствена задача, с цел да подобри ефикасността и качеството на изпълнение.
* Done – Колоната съдържа всички свършени задачи. Целта и е да отдели настоящата от свършената работа, да подобри концентрацията и да даде реален поглед върху прогреса на проекта.

Бележките са сортирани в колоните по низходящ приоритет. Всяка бележка притежава категории. Категориите са:

* Planning – В категорията попадат всички бележки, касаещи съставянето на план и график за проекта.
* System Analysis – Категорията отговаря за анализирането на система!та!. Тук попада анализ за скорост и надеждност както на софтуера, така и на хардуера, анализиране на варианти между различни системни подходи и др.
* Feature – Всички информационни бележки, които представляват идеи за нови добавки, които не са от съществено значение и са с по-нисък приоритет, но биха представлявали интерес, попадат в категория “Feature”
* Hardware – Тук попадат всички бележки, уточняващи задачи за планирането, реализирането и тестването на хардуера.
* Developing – Всяка бележка, служеща за реализацията на вече изготвен план, попада в категория „ Developing “.
* Testing – Категорията се отнася за всички задачи, обвързани с тестване на вече реализирани бележки.
* DevOps – В категорията попадат задачите, отговорни за организацията на работата, планирането, реализацията и тестването. Всяка DevOps задача улеснява изпълнението на всички други бележки.

Линк към дъската, използвана за този проект: https://trello.com/b/c4JleDja/dr

Сценарии на употреба сканиране

Потребителска история сканиране

## **Система за контрол на** **версиите и ресурсите**

За целта на проекта е използвана система за контрол на версиите и ресурсите (Source control system). Системата се използва при големи проекти, защото добавя проследяемост, сигурност и позволява паралелна разработка. Тя записва всяка промяна по съдържанието на проекта. Записът се нарича ревизия и често е съхраняван на сигурна платформа облак (cloud). Ревизиите могат да бъдат запазвани. В момент на нужда, потребител на системата може да върне проекта в състояние на предишна ревизия. Така в момент на бъг, породен в нови версии, програмистът може да открие разликите в кода и това да му помогне за решаване на проблема. Този вид системи често предлагат други функционалности като разклоняване (branch), сливане(merge), контрол на достъпа(access control), заявка за промяна(feature request/bug request), документация(wikis) и други.

Разклоняването е процес в който проектът се клонира в нов клон(new branch), паралелен на главния (master branch). Промените в новия клон няма да се отразят на главния.

Сливането позволява на два клона да се съберат в един, като разликите между клоновете се съгласуват чрез изкуствен интелект или друг механизъм. Когато системата не е способна да избере сама се намесва човек.

Осъществява се контрол чрез оторизиране. Създателят на проекта създава различни роли, притежаващи различни права, и ги възлага на другите участници.

При открит бъг или нова идея, която може да подобри кода, всеки, който има достъп, може да публикува бележка(issue), на която да опише проблема или предложението. Това помага на общността, поддържаща отворен код (open source community).

Някои системи предлагат възможност за добавяне на помощни файлове към кода. Те подобряват документацията и поощряват използването на чужд, добре описан код, като позволяват дори преизползване без подробни познания за структурата и съдържанието му (black-box reuse).

### **Git, Github и TortoiseGit**

За целта на проекта е избрана системата Гит (Git). Тя предоставя всичко описано по-горе и дори надгражда списъка с възможности. Безплатна е и е силно застъпена както в професионалната, така и в любителската среда. В интернет е налична много подробна документация за нея(<https://git-scm.com/doc>).

С Гит системата може да се работи както през конзолен интерфейс(CLI - command-line interface), така и през графичен интерфейс (GUI - graphical user interface). Основни команди в Git са

* Git add – добавя промените в списък
* Git commit – създава ревизия с добавените промени на локално ниво
* Git push – изпраща списъка с ревизии на сървър, който синхронизира различните устройства
* Git fetch – изтегля списъка с промени от сървър
* Git pull – изтегля и интегрира списъка с промени от сървър

За работа със системата Гит са използвани два софтуера: TortoiseGit и Github.

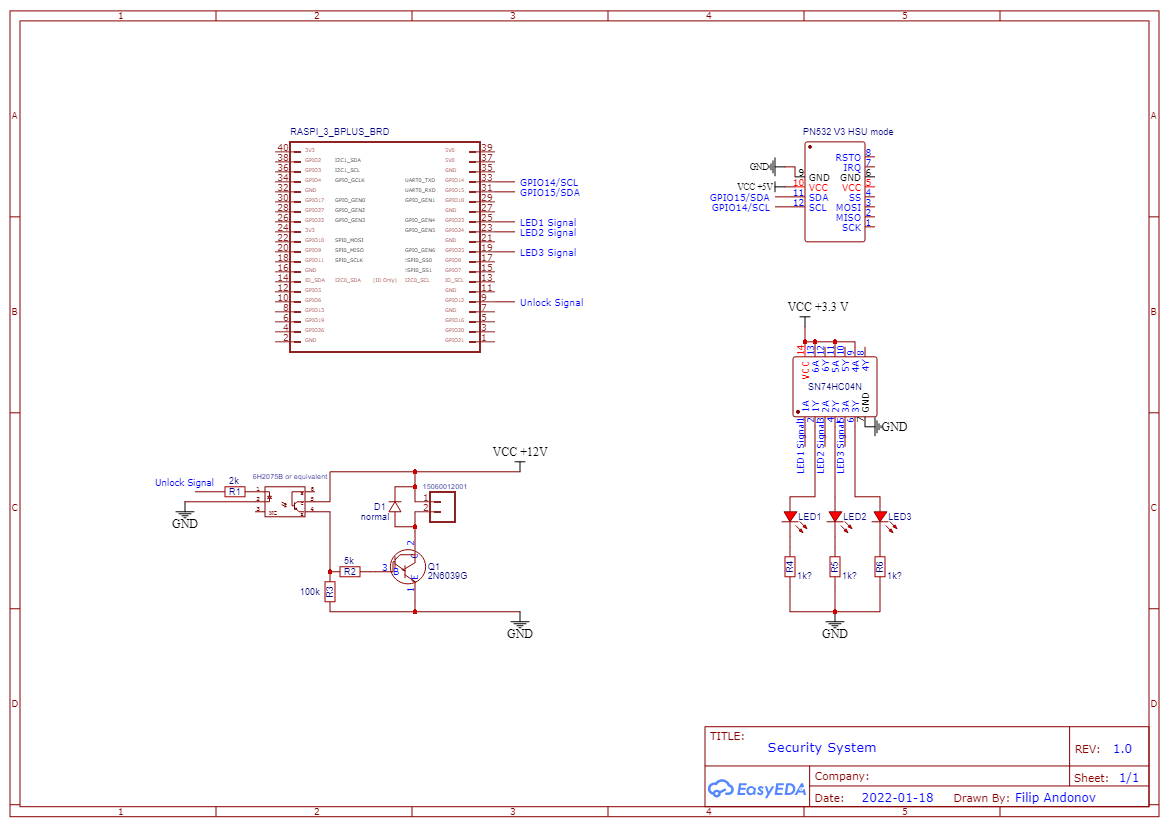
Програмата TortoiseGit (<https://tortoisegit.org/>) представлява графичен интерфейс, опростяващ работата с Гит. Работата с него е лесна и интуитивна. Софтуерът е поддържан, документиран и безплатен.

Github (<https://github.com/>) е уеб базирана платформа, поддържаща сървъра (repository), използван от Гит системата за запазване на ревизиите. Платформата предоставя безплатно и сигурно хранилище за ревизиите, достъпно от цял свят през уеб браузър. Линк към github repository – то: https://github.com/callmeFilip/Access\_Control\_System.git

TODO Всеки проект се нуждае от организация. В сферата на големите проекти служители, специализирани в DevOps.

## **Хардуерна архитектура**

### **Хардуерна схема**

Чертежът на електрониката (фиг.4) е съставен чрез софтуерният инструмент EasyEDA (https://easyeda.com/). Той е безплатен, служи за чертаене на електронни схеми и има богата библиотека с елементи, обогатявана от нейните потребители.

Фигура 2. PNG картинка на електронната схема, създадена чрез EasyEDA

До всеки, свързан в системата пин, стои надпис, сочещ съответния пин на външното устройство. Същото важи за всеки модул от схемата. Микроконтролерът, използван в проекта (а именно Raspberry Pi 3 B+) е озаглавен RASPI\_3\_BPLUS\_BRD. Причината за избора на този контролер е, че той е сравнително евтин, поддържа Линукс операционна система. Съдържа вграден Ethernet и Wi-Fi приемник, което добавя гъвкавост спрямо нуждите на клиента. Четириядреният му процесор BCM2837 с архитектура ARMv7 и четирите гигабайта РАМ позволяват бърза паралелна обработка на данните. В платката са вградени 4 USB порта, които могат да служат за USB към TTL конвертори и USB разклонители. С тези допълнителни входове можем да надградим броят на радиочестотните сензори. Платката съдържа 40 пина, 28 от които са GPIO(General Purpose Input/Output) с добавени функционалности, подходящи за интерфейс към електрониката. Два от тях предоставят захранване на 3.3 и други два на 5 волта. Пиновете предназначени за захранване имат завишени характеристики. Енергонезависимата памет на платката е micro-SD карта. Това я прави лесна за подмяна при износване на транзисторите. Платката поддържа видео и аудио интерфейси, което позволява индивидуални разработки за надграждане на проекта.

Според официалната документация, предоставена от производителите (https://www.raspberrypi.com/documentation/computers/raspberry-pi.html#voltage-specifications), при напрежение от 3.3 волта, максималният ток, който GPIO пиновете на микроконтролера могат да издържат е 16 мА, но това е стресово положение и се препоръчва да не надхвърля 8 мА. Ключалките обаче често работят на принципа на индукцията и черпят много повече ток. За проекта е избрана ключалка 15060012001 (https://www.amazon.com/Atoplee-Electric-Assembly-Solenoid-27X29X18mm/dp/B0125VGLT0). Съотношението цена-качество при нея е много добро. Дори бюджетна ключалка като тази има нужда от 430 мА постоянен ток при 12 волта напрежение. За управлението ѝ е нужен механизъм с външно захранване. Този механизъм може да се види на схемата в долния ляв ъгъл. Състои се от български оптрон 6Н2075В, ключалката, диод, транзистор на Дарлингтън, външно захранване и ограничаващи резистори. Принципа на действие е следния: Външен сигнал, изпратен от микроконтролера, захранва слаботоков светодиод, който отпушва фототранзистор. По този начин се създава галванично развързване, което пази слаботоковата електроника от евентуални токови удари. През отпушения транзистор потича по-силен ток, който минава през резистор и транзистор на Дарлингтън, който от своя страна отпушва веригата на ключалката и това води до протичане на много по-голям ток през елемент 15060012001. Диод D1 служи за разсейване на пиковете породени от електромагнитната индукция в бобината на елемента, които биха повредили транзистор Q1. Всички стойности са пресметнати спрямо наръчниците на елементите в схемата и законите на физиката (Закон на Ом и др.). Токът през диода на оптрона е ограничен до 2мА чрез съпротивление R1 със стойност 2100 Ома. Съпротивленията R2(5000 Ома) и R3(100 кОма) служат за да ограничат тока във веригата и да предотвратят изгаряне.

За близкополеви комуникации е използван сензор PN532. Той е подходящ за разработване на проекти, защото съдържа богата документация (https://www.nxp.com/docs/en/nxp/data-sheets/PN532\_C1.pdf) и много широка гама от възможности. Начините за комуникация със сензора са три: Inner Integrated Circuit (I2C), High Speed UART (HSU) и Serial Peripheral Interface (SPI). За проекта е избран HSU, защото микроконтролера съдържа няколко USB порта. Всеки порт може да обслужва поне един сензор. Елемент PN532 може да бъде захранван с 3.3 и 5 волта. Максималната консумацията на ток е 150 мА. Захранван е от общия ток между 5 волтовите изходи на платката, защото когато са обединени те могат да дадат повече от 300 мА, или от USB към TTL конверторите през USB портовете. Неговата земя е свързана към тази на Raspberry Pi 3 B+.

Порталният модул съдържа система за известяване на състоянието му. Тя е осъществена чрез два светодиода на сензор. Те са свързани между инвертираща интегрална схема SN74HC04N и резистор. Резисторите ограничават тока в диодите, а интегралната схема служи за захранване. Логически входове се управляват с напрежение и съответно с малко ток (2mA). Логическите изходи черпят своя ток от захранването на чипа. Това позволява по-голя товар (4мА), управляван от по-слаби сигнали (като тези на контролера). Така се избягват излишни компоненти, служещи за да осигурят по-голям ток на диодите. SN74HC04N черпи захранването си от 3.3 волтовите изходи на микроконтролера, което облекчава общият товар върху GPIO пиновете на достъпна цена (около 50 ст./бр.).

R4, R5 и R6 са по 300 ома. Пресметнато по закон на Ом токът, протичащ през всеки диод е 4 мА.

### **Захранване**

Захранването на порталната система се реализира през два адаптера: 220V-5V, предоставящ поне 2100 мА, захранващ микроконтролера през micro USB вход и 220V-12V, предоставящ поне 1А на системата с ключалката през букса с размер 2.1x5.5x11. Възможно е захранване на целия модул от един захранващ адаптер, но за целта той ще трябва да бъде с по-голяма мощност и системата трябва да бъде надградена с логически преобразовател и стабилизатор на напрежение от 12 към 5 волта. Интеграцията на общо захранване би увеличила сложността на проекта, но би улеснила крайния потребител.

## **База данни**

### **Релационна база данни**

Релационната база данни представлява колекция от данни, свързани с предефинирана корелация между таблици с информация. Съществуват различни системи като най-известните са MySQL, PostgreSQL, Microsoft SQL Server, SQLite, MongoDB, Oracle и Firebase.

### **MySQL**

За целта на проекта е избрана MySQL, защото е безплатна, изключително оптимизирана, широко използвана, добре документирана, позволява многонишков (multithreading) достъп и предоставя разработена библиотека за свързване чрез C/C++ апликация. Инсталацията ѝ може да стане по няколко начина, но препоръчителният за Линукс е чрез APT(Advanced package tool). Това е програма, вградена в операционната система, чиято задача е да инсталира и премахва софтуер. Инсталацията се случва чрез въвеждане на следната команда в терминала „sudo apt-get install mysql-server“. Проверка за успешна инсталация можем да осъществим с въвеждане на командата „mysql -V“. Чрез въвеждане на „mysql“ влизаме в интерфейса на приложението. То се контролира от команди наречени запитвания(queries). След като сме се удостоверили успешно можем да създадем нова база данни на име „Access\_Control\_System“ чрез въвеждане на „CREATE DATABASE Access\_Control\_System“.

За проекта са нужни две таблици:

Първата е водеща и е наречена „check\_attempt“. В нея се записват всички опити за преминаване през порталите. Съдържа полетата:

* attempt\_id – Идентификационен номер за всеки опит за достъп. Тази колона е от вид интегрално число (int) и се използва за главен ключ (primary key).
* card – Уникален номер на картата или устройството. Колоната е от вид int и се използва като външен ключ, сочещ към uid на използваното устройство от втората таблица.
* time – Съдържа точното време на опита във вид timestamp
* device\_name – Име на портала (устройството) от вид символен низ (string/varchar)
* status\_code – Код, показващ как е отговорила системата от вид int

Втората таблица „card“ съдържа информация за регистрираните устройства. Състои се от колоните:

* card\_uid – Уникален код, присъщ на всяка карта или устройство. Играе ролята на primary key от вид int и се увеличава автоматично (AUTO INCREMENT).
* associated\_name – Име на служителя, притежаващ картата, от вид string.
* associated\_phone\_number – Телефонен номер на служителя от вид string.
* granted\_access\_level – Ниво на достъп от вид int.
* card\_code – Записан в картата код, служещ за проверка в базата данни от вид string.

Таблица се създава чрез командата: „CREATE TABLE table\_name (

Field1 type modifier,

Field2 type modifier

);“, като table\_name се замества с името на таблицата Field с името на полето, type е неговия вид (например интегрално число/int или символен низ/varchar), а modifier с различни модификатори като NOT NULL и PRIMARY KEY.

След създаването им, таблиците трябва да бъдат свързани чрез външен ключ (foreign key). Това става с: „ALTER TABLE table1\_name ADD FOREIGN KEY (field1) REFERENCES table2\_name(field2);“, където table1\_name и table2\_name са имената на таблиците, които се свързват, а field1 и field2 са имената на колоните, чрез които двете таблици се синхронизират.

След правилно създаване, таблиците могат да бъдат изпробвани със следната заявка за добавяне на нова карта: „INSERT INTO card (associated\_name, associated\_phone\_number, granted\_access\_level, card\_code) VALUES ( 'Real chip', '00 359 000 000 000', 2, 'c4728803' );“, която записва асоциираното име „Real chip“, телефонен номер '00 359 000 000 000', ниво на достъп 2 и код на картата 'c4728803'. Ръчно може да се добави нов опит за вход: „INSERT INTO check\_attempt (card, time, device\_name, status\_code) VALUES ( 1, CURRENT\_TIMESTAMP, 'SOUTH GATE #2', 0);“. В системата ще бъде записан опит, извършен от карта с идентификационен номер 1. MySQL функцията CURRENT\_TIMESTAMP записва сегашното време, сверено спрямо сървъра. Името на устройството, на което е направен опита за вход, е 'SOUTH GATE #2', а кодът на състоянието е 0.

Ако информацията е въведена правилно чрез заявката „SELECT attempt\_id, check\_attempt.card, card.card\_code, time, device\_name, status\_code, card.associated\_name, card.associated\_phone\_number, card.granted\_access\_level FROM

check\_attempt LEFT JOIN card ON check\_attempt.card = card.card\_uid;“ системата ще покаже таблица с подробна информация за това кой потребител, кога, къде се е удостоверил и какъв е статуса на опита. От MySQL се излиза с командата „exit“.

Структурата на базите данни е описана в /others/Database\_model.txt

## **Общо за софтуерната архитектура**

### **Обектно ориентирано програмиране**

Софтуерът, който се изпълнява на отделните модули е различен, но практиките и стилът са еднакви. Използван е обектно ориентиран (ОО) подход, смесен с извикването на отделни функции. Обектно ориентираното програмиране (ООП) представлява парадигма, в която програмата е разглеждана като сбор от обекти. Обектът е инстанция на клас. Всеки клас съдържа атрибути (attributes) и поведение (behavior), изразяващо се във функции, присъщи на класа и наречени методи (methods).

Един клас може да съдържа друг клас и това се нарича композиция (composition). Чрез класове е възможна абстракция. Например ако разглеждаме човека, той е живо същество. Съответно можем да създадем клас генерализиращ атрибутите и поведението на живите същества и клас, който да наследи тази информация, като я надгради с по-подробни, характерни за човека, черти. Този метод се нарича наследяване (inheritance). По-абстрактния клас се нарича родител (parent), а по-конкретния – дете (child).

Енкапсулацията (encapsulation) позволява ограничаването на определени поведения и атрибути. Полезна е когато искаме да скрием детайли, обвързани с вътрешното поведение на клас. Изразява се в три нива на видимост. Частно (private), когато даденото поведение или атрибут е налично само в рамките на класа, предпазено (protected), когато даденото поведение или атрибут е достъпно в рамките на класа и на всеки наследяващ го и публично(public), когато няма ограничения относно видимостта.

Концепцията на полиморфизмът (polymorphism) ни позволява да разглеждаме един обект като част от група, която наследява. Ако клас куче е част от клас четириноги, а четириногите имат свойството да ходят, то тогава ние можем да извикаме това свойство, защото то е присъщо и на кучето.

Предимствата на ООП са, че позволява абстракция, улеснява тестването и позволява паралелно разработване, но често на цената на повече операции, извършвани от хардуера.

Програмата е разбита на програмни единици (units/classes). Всяка единица се разработва отделно и се разглежда подробно в момента на кодене, но след завършването и тестването ѝ започва да се гледа като черна кутия с входове и изходи. Разработването на един клас е представлявано от една бележка в Trello.

### **UML диаграми**

Класовете са описани в UML диаграми, резултатът от тяхното взаимодействие е описан в блок схеми, отговарящи на различните модули. За създаването на диаграмите и схемите е използвано уеб приложението draw (<https://draw.io/>). Платформата предоставя безплатно богат избор от инструменти за чертаене на най-различни диаграми, схеми и други.

UML (universal markup language) диаграмата е чертеж, предоставящ информация за съдържанието на класовете. Един клас представлява правоъгълник с име и полета за атрибути и методи. Пред името на всеки атрибут или метод се поставя знак, който представлява достъпността му. Знаците са „-“ за private, „+“ за public и „#“ за protected. След името се записват „:“ и видът на променливата/метода. Свързването на отделните класове и тяхната връзка се отбелязва с линии, като в зависимост от връзката линиите са комбинирани с различни елементи. При наследяване към по-подробния клас (child) е свързан празен ромб или „child-parent“ текст, а при композиция само запълнен ромб. Всяка UML диаграма в проекта съдържа име, автор и дата на последна промяна.

Diagram

Description automatically generatedНа фиг. 3 е изобразена диаграмата, описваща порталния модул. Тя може да бъде намерена в „/others/RaspberryPi\_UML\_diagram.xml“. Всички UML диаграми в този проект се намират в /others/ и завършват с \_UML\_diagram.xml. Тук се виждат имената на класовете (първия ред в правоъгълниците), атрибутите им(втория ред) и методите им (третия ред). Може да се види и че GPIO класът е с шрифт italic, което показва, че той е изцяло абстрактен клас и самостоятелен обект от него не може да съществува.

Фигура 3. UML диаграмата RaspberryPi\_UML\_diagram.xml

TODO servers UML diagrams

### **Блок схеми**

Блок схемата е чертеж, предоставящ информация за последователността на действията, изпълнявани от програмата. Елементите, съставящи блок схемата са следните:

* Стрелка – Посочва логическата посока на изпълнение на отделните елементи
* Елипса – Отбелязва начало и край на програмата
* Ромб – Отбелязва логическа проверка, като от ъглите на ромба тръгват връзки, спрямо условието
* Трапец – Отбелязва вход към и изход от програмата
* Правоъгълник – Отбелязва логически елемент

Всяка блок схема в проекта съдържа име, автор и дата на последна промяна.

На фиг. 4 е изобразена блок схемата, описваща софтуера на порталния модул. Тя се намира в /others/, като всяка блок схема завършва с „\_flow\_diagram.xml“.

Diagram

Description automatically generatedФигура 4. Блок схемата RaspberryPi\_flow\_diagram.xml

TODO servers block schematics

## **Софтуерна архитектура на портален модул**

Софтуерът за микроконтролера, принадлежащ на порталния модул, се състои от група взаимодействащи си класове. Написан е на C и C++, поради бързодействието и контролът, който езиците позволяват. Програмата е планирана за дълготрайно използване, затова е създаден режим на работа, в който тя не отпечатва информация с цел спестяване на място в паметта и режим в който отпечатва случващото се за да спомогне поддръжката в бъдеще. В основата на всеки друг клас стои класът IOManager. Композицията позволява извеждането на структурирана информация за състоянието си. Всеки клас е разделен в header file(.hpp) и source file(.cpp). В header файловете се намират header guard-ове, декларациите на структурите и класа, а в source файловете се намират дефинициите им.

### **Верига от инструменти**

За писането на всички програми на C/C++ е използвана интегрираната среда (IDE) за разработка Visual Studio Code. Тя е удобна и много гъвкава. Позволява надграждане. При разработка са използвани добавките C/C++ компилатор, Doxygen, Git и Prettier.

Добавката за компилатора позволява настройка на компилационната команда.

Doxygen е софтуер, позволяващ документирането на кода. Той е изключително полезен, защото освен, че улеснява четенето на код, чрез него може автоматично да се генерира документация. Работи с коментарите в кода, като ги комбинира с анотации(@) и ключови думи.

Prettier добавката е програмирана така, че при всяко запазване на файл, той да бъде форматиран в конвенционален стил.

### **Конвенции за именуване**

В C/C++ кода е използвана lower camel case конвенция за наименуване. Името на всяка променлива и метод започва с малка буква, като всяка следваща дума е залепена и започва с главна буква. Полетата (fields) на клас започват с префикс „m\_“.

## **Софтуерни класове за порталния модул**

Разпределението и съдържанието на класовете е описано в UML диаграмата, отговаряща за тази част от системата. Те са: IOManager, PN532, SocketClient, GPIO, Led и Lock.

### **Клас IOManager**

IOManager е отговорен за записването на информация в текстов файл. Поради същността на проблема, класът е съобразен с конкурентно записване в един файл. Неговите полета са:

* m\_stream – fstream обект от стандартната библиотека. Този обект позволява записване и четене на поток от данни във файл. Постига това чрез повикване на system call, което от своя страна е начин за използване на kernel space функционалност от user space-а на операционната система Linux. Kernel space кодът работи на много ниски нива и има достъп до хардуера. Резултат е извличане или записване на информацията. User space кодът няма достъп до толкова ценни и опасни нива, затова той може само и единствено да провокира такъв процес чрез дефиниран лист от системни повиквания.
* m\_filename – константен текст, помнещ пътеката на файла, който се обработва от обекта.
* m\_lock –pthread mutex, заключващ писането в този файл временно. Причината за използването му е, че ако две нишки записват едновременно, информацията ще стане хаотична и безполезна. Избран е мютекс от библиотеката posix threads, защото тя е поддържана на много платформи като windows, linux, android и други. Posix нишките са по-стабилни от std::thread нишките, защото те стоят в основата на стандартната имплементация.

Класът има конструктор и деструктор. Конструкторът инициализира мютекса, а деструкторът го унищожава. write и read се грижат за отварянето и затварянето на поток от данни и редуването при работата с него.

### **Клас PN532**

PN532 е клас опаковка (wrapper class) опростяващ работата с nfc-tools/libnfc (https://github.com/nfc-tools/libnfc). Libnfc е безплатна open source библиотека, разработена от nfc-tools на езика „C“, предоставяща пълната функционалност на елемента PN532 чрез опростен програмен интерфейс. Кодът в нея отново използва файловата система на Линукс, за да изпрати информация през UART, без значение дали хардуера е вграден или добавен. Тази информация се записва в определените регистри на сензора и задейства вътрешните му механизми. Библиотеката трябва да бъде инсталирана на машината и програмата да бъде свързана с нея (за GNU Compiler Collection това става с флаг „-lnfc“ при компилация).

Класът обгръща работата с библиотеката. Една инстанция обслужва един сензор. Конструкторът и деструкторът инициализират и почистват след библиотеката. Методът poll включва сензора в режим на блокиращо изчакване. Програмата спира докато сензорът изпрати обратно информация за засечено устройство. Poll се нуждае от алокиран в паметта обект, върху който да запише извлечената информация и вид на модулацията, използвана от устройството.

### **Клас ClientSocket**

За връзката през интернет мрежата е отреден класът ClientSocket. Той използва Линукс библиотеките socket, types, netinet/in, netdb, unistd за да осъществи клиент-сървърна връзка чрез ниво 4 от OSI модела, а именно транспортният слой. OSI е седемпластна структура от хардуер и софтуер, отговорна за преноса на данни през мрежа. По-горните пластове използват и надграждат осигуреното от по-долните. Транспортното ниво е отговорно за връзка между два отделни IP адреса, чрез TCP, UDP и други. Разглежданият клас използва Transmission Control Protocol и Internet Protocol(TCP/IP).

Конструкторът на класа получава параметри и инициализира основните атрибути. Деструкторът осигурява прекъсването на връзката. Методът connectToServer е отговорен за свързването към сървър. В него се създава сокет от адресно семейство AF\_INET, през който ще се предават данни, след което изтегля IP адреса на сървъра от DNS\*. Адреса, порта и сокета са подадени като аргументи на функцията connect. Ако връзката е успешна, методът връща резултат 0, а ако не – 1. DisconnectFromServer прекъсва връзката. Методите send и receive използват функциите write и read, за да взаимодействат с операционната система и библиотеките ѝ, а isConnected дава информация за състоянието на връзката.

\* Domain Name System (DNS) е система с данни, съдържаща адресите на всеки сървър, достъпен чрез Uniform Resource Locator (URL).

### **Клас GPIO**

GPIO изходите на Распберито се контролират чрез записване на стойности във фиксирани регистри. Отново Линукс операционната система е ниво на абстракция, което улеснява работата значително, но на цената на по-ниска производителност. Контролът от програмата е имплементиран чрез абстрактния клас GPIO. Той е абстрактен, защото всички изходни сигнали ще бъдат специализирани, но ще имат препокриващи се общи характеристики. Отново конструкторът инициализира, а деструкторът деинициализира пина. Това става чрез частните методи export и unexport. Те подават команди на ОС да захрани или изключи съответния хардуер. Чрез методът setDirection може да се избере посока на крака. Двете възможности са вход и изход. Методът setValue е валиден само в режим на изход и през него се избира стойността на изходния сигнал. Възможностите са логическа 0 или 1. getNumber, getDirection и getValue са съответно методите, които извличат номера, посоката и стойността на даден GPIO пин. Функционирането на setValue и getValue е възможно, благодарение на два private метода: writeValue и readValue. Чрез тях се достъпва файловата система и се записват съответните стойности. При стартиране всеки използван пин е инициализиран като вход, защото когато е в режим input, той има много високо входно съпротивление и това би спасило веригата от евентуално късо съединение при грешно свързване.

### **Клас LED**

За управление на ЛЕД диодите е създаден LED клас. Той наследява GPIO, като дава достъп до прост интерфейс, състоящ се от 2 метода: setLed и getValue. Първият е отговорен за захранване на диода, а втория за извличане на информацията относно неговото състояние. Чрез конструктора се контролира възможността за инвертиране на диода, тоест, ако хардуерът е логически обратно свързан, софтуерът решава този проблем.

### **Клас Lock**

За управление на ключалката е използван Lоck класът. Той наследява GPIO, като опростява работата с ключалката. Съдържа два метода: setLock и getValue. Първият контролира захранването на ключалката, а вторият е наследен от parent класа и дава информация за състоянието на хардуера. След инициализация ключалката е в затворено положение.

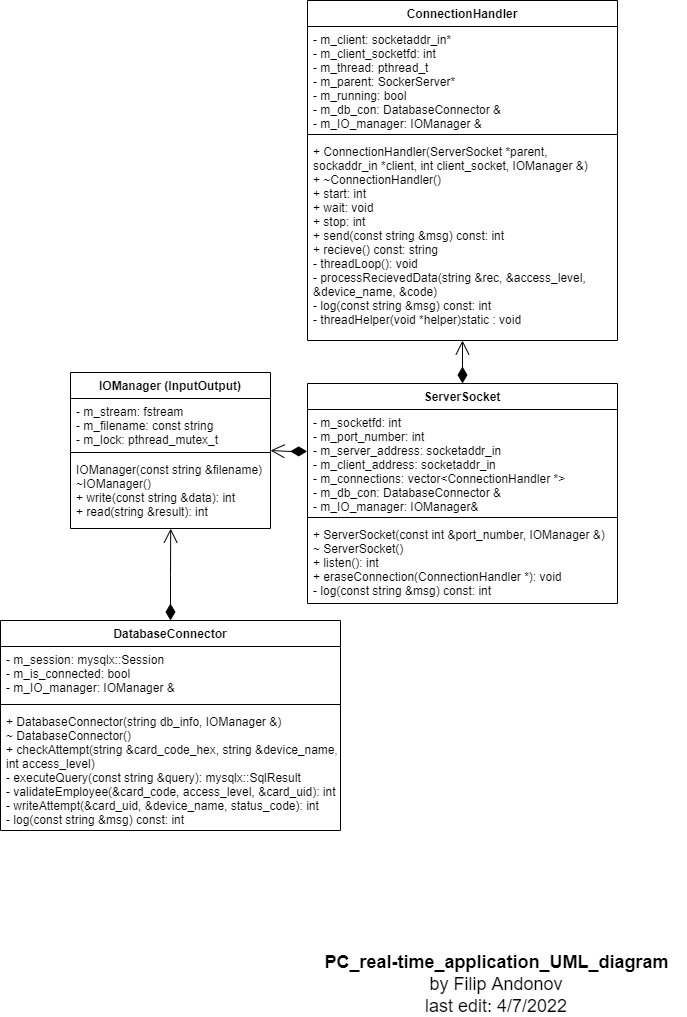
## **Софтуерна архитектура на сървърна апликация**

Сървърният модул се състои от група взаимодействащи помежду си класове. Написан е на C++, като е комбиниран с библиотеки предоставени от MySQL и Linux. Програмата е планирана за дълготрайно използване, затова е създаден режим на работа, в който тя не отпечатва информация с цел спестяване на място в паметта и режим в който отпечатва случващото се за да спомогне поддръжката в бъдеще. Оформянето на класовете е същото като в софтуера, предназначен за микроконтролера. Те са разделени на header files(.hpp) и source files(.cpp), като всеки съдържа инстанция на класа IOManager.

### **Конвенции за именуване**

В C/C++ кода е използвана lower camel case конвенция за наименуване. Името на всяка променлива и метод започва с малка буква, като всяка следваща дума е залепена и започва с главна буква. Полетата (fields) на клас започват с префикс „m\_“.

## **Софтуерни класове за сървърната апликация**

Разпределението и съдържанието на класовете е описано в UML диаграмата на фиг. 5, отговаряща за тази част от системата. Те са IOManager, DatabaseConnector, ServerSocket и ConnectionHandler.

Фигура 5. UML диаграма на PC Real-time application

### **Клас ServerSocket**

ServerSocket класът играе ролята на разпределител, който обработва новите свързвания към сървъра. Всяка връзка се приема, запазва се като показател и се отделя в нова нишка. Конструкторът и деструкторът са отговорни за менажирането на паметта. За включване на сървъра се използва методът „listen“. Той стартира поток към сокет от адресно семейство AF\_INET. Семейството е избрано така, че да е съвместимо с клиентските заявки изпратени от порталния модул. След успешно създаване на сокета, той се инициализира и стартира. Програмата влиза в безкраен цикъл, чакащ постъпването на нова връзка. Щом постъпи заявка през мрежата, тя е приета, създава се нов обект от вид ConnectionHandler, запазва се показател към него във вектор и се пуска изпълнението му в самостоятелна нишка, след което отново се влиза в режим на изчакване за нова връзка. За прекъсване е отговорен методът „eraseConnection“, който чрез итератор, намира показателя и го премахва, като извиква деструктора му.

### **Клас ConnectionHandler**

Всяка отделна връзка се обработва от модула ConnectionHandler. Конструкторът инициализира полетата. Деструкторът почиства паметта. Методът „start“ създава нова нишка изпълняваща threadLoop посредством threadHelper, „stop“ задейства безопасно спиране, а „wait“ терминира нишката след успешно завършване. Send и receive са методи, използвани за изпращане и получаване на данни през мрежата. threadLoop методът започва с получаване на данни за вход от портален модул, които се обработват чрез спомагателния метод processRecievedData, извличайки ниво на достъп, име на устройството и код на картата. Обработената информация се проверява в базата данни чрез обект от вид DatabaseConnector и спрямо резултата се изпраща обратно съответното съобщение. Вариантите за изпращане на резултат през мрежата са два: позволен и забранен достъп, като лесно могат да бъдат добавени и допълнителни възможности.

### **MySQL connections**

За осъществяване на връзка между сървърния модул и MySQL се използва конектора MySQL Connector/C++ 8.0. Той поддържа три програмни интерфейса: XDevAPI, XDevAPI for C и JDBC API. За C++ апликации е препоръчително да се използва XDevAPI, защото е оптимизиран за езика и е актуален. Възможно е да се изтегли под формата на бинарен файл и на програмен код. Наръчник за инсталация и използване на интерфейса е предоставен от производителя на следния линк: <https://dev.mysql.com/doc/connector-cpp/8.0/en/connector-cpp-installation-source.html>

### **Клас DatabaseConnector**

DatabaseConnector е клас обвивка, капсулиращ библиотеката MySQL XDevApi с цел улесняване на работата. Чрез полето m\_session се отваря нова сесия към базата данни. Това става в конструктора. Деструкторът затваря сесията. Заявките към сървъра се изпълняват чрез executeQuery. checkAttempt служи като публичен метод – буфер, синхронизиращ въвеждането на опит за вход в системата чрез последователно използване на частни методи. Той е извикван от threadLoop, ConnectionHandler и изцяло отделя интерфейса на библиотеката от останалия код. validateEmployee изпраща заявка за определен потребител, проверява дали той има достъп да премине през портала и връща резултат. writeAttempt записва опита в базата данни.

## **Потребителски интерфейс / потребителско преживяване**

Graphical user interface, application

Description automatically generatedЗа създаването на потребителски интерфейс / потребителско преживяване (UI/UX) модел на уеб модула е използван AdobeXD(фиг. 6). Това е безплатен софтуер, позволяващ изграждането на интерактивни модели. Приложението е подходящо, защото предоставя инструменти за създаване и групиране на графични елементи, анимации и интерактивен модел.

Фигура 6. Екранна снимка от Access\_Control\_System\_UI\_Model.xd, създаден чрез AdobeXD

Всеки прозорец е съставен от различни елементи: правоъгълници, черти, текст, икони и др. На снимката може да се забележи главния прозорец (Web 1920 – Main). Той ще съдържа таблица с всички служители, въведени в системата. Всеки ред в таблицата предоставя информация за служител и да бъде маркиран. Чрез бутона remove всички маркирани служители биват изтрити. Бутонът add води до друга страница – Web 1920 – Add. Тази страница съдържа форма, чрез която да се добави ново досие на служител. От навигационния списък ( синьото поле с къщичката в него ) можем да навигираме отново към главната страница. От там при клик на бутона details, програмата ще ни отведе към нов прозорец. Той се казва Web 1920 – Details и съдържа подробна информация за маркирания служител. От там можем да разберем имена, телефонен номер, ниво на достъп, код на устройството, което използва, работното му време в определен период и да проследим кога и на кой портал е минал.

## **Софтуерна архитектура уеб приложение**

Потребителски приветлив достъп до информацията, натрупана от системата, осигурява третият модул – уеб приложение.

За осъществяване на уеб модула е използвана рамката (framework) Джанго (Django). Тя е безплатна и базирана на езика питон, като следва архитектурния модел модел-изгледи -шаблон (model-views-template). Използвана е за да спести усилия и време при създаването на функционален уебсайт, служещ за показване и редактиране на информацията в базата данни. Алтернативни рамки Express, Rails, Spring, Vue и Flask. Предимството на Django пред останалите е, че е написан на програмния език питон, което го прави лесен и интуитивен за използване, поддържа връзка с бази данни и предоставя всички, нужни за целта на проекта, качества. Добрата документация и многото ресурси по темата значително подобряват кривата на обучението и времето за решаване на проблеми.

### **Джанго архитектурата**

Архитектурният модел на Джанго (model-views-template) работи на следния принцип:

Моделът (model) представлява сбор от класове, описващи данните, които се използват и съхраняват от бекенд частта на приложението. Тези данни и заявките от потребител биват подготвени от изгледи (views). Визуализацията на крайния резултат се случва чрез шаблоните (templates). Шаблонът представлява съвкупност от JavaScript, HTML, CSS и Django template language. Чрез HTML се описва съдържанието на страницата. CSS служи за описване на визията и разположението на отделните елементи. Чрез JavaScript могат да бъдат добавени анимации и код, който да се изпълнява от потребителската машина. Django template language е език за програмиране, служещ за свързване на изгледа с HTML кода. Основните оператори в него са:

* {{ име }} – Променлива или обект, чиято стойност бива замествана в HTML кода, спрямо състоянието на програмата. Стойността се подава чрез речник с името context от изгледа.
* {% block име %} HTML код {% endblock име %} – Блок от код, който може да бъде поставян многократно. Това позволява преизползване на кода, като промените направени в неговата дефиниция ще бъдат приложени върху всяка инстанция.
* {% if условие %} HTML код 1{% else %} HTML код 2{% endif %} – Условен оператор if else. Ако резултат от условието е логическа единица, тогава ще се изпълни HTML код 1, а ако не – HTML код 2
* {% for променлива in колекция от данни %} HTML код {% endfor %} – HTML кода ще се изпълни за всяка стойност от колекцията, като стойността е достъпна чрез името на променливата, заградена с два чифта къдрави скоби.
* {% csrf\_token %}– Автоматично интегриране на CSRF токен, предотвратяващо Cross-site request forgery атаки от злонамерени лице.
* {% load static %} – Зарежда съдържание на папката static (например CSS файловете).
* {% extends “аплкиация/файл.html” %} – Информира Джанго, че тази страница използва код, взет от споменатия файл, като основа.

### **Инсталация**

Инсталацията на рамката става чрез системния софтуер Пип (pip). Той е написан на питон и служи за инсталация на софтуери и поддържането на всички техни зависимости, като се свързва с интернет хранилища, от които изтегля нужните данни.

Инсталация на Джанго става чрез въвеждане на следната команда в терминала:

pip install django

За проверка на инсталацията можем да въведем

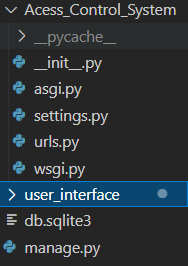
python -m Django --version

Резултат от втората команда трябва да бъде номера на инсталираната версия.

### **Създаване и управление на Джанго проект**

Джанго проектът се състои от общи настройки и отделни приложения. Целта на приложенията е да се постигне абстракция, позволяваща преизползване на код. За създаване на проект се въвежда следната команда в терминала, отворен в желаната директория:

django-admin startproject name

Като name се замества с името на проекта (Access\_Control\_System) написано на латиница. В него не се допускат наклонени черти и тирета. След успешно създаване, можем да видим нова директорията и файл с името manage.py (фиг. 7).

Фигура 7. Файлова структура на Джанго проект

manage.py – Служи за контролиране на рамката, включване и изключване на уеб сървъра, миграции, създаване на профили и др.

В папката има няколко файла:

* \_\_init\_\_.py – Служи за идентификация, че този проект е написан за питон. Този файл е празен
* setting.py – Съдържа настройки за проекта и уеб сървъра. Тук се намират конфигурациите за базите данни, шаблоните, приложенията, дебъга, валидацията на паролите, езика, времевата зона и др.
* urls.py – Съдържа настройки за конфигурацията на различните адресни пътища (URL configuration) в домейна на всички приложения, изградени в проекта.
* wsgi.py – Конфигурация на връзката между уеб апликацията и сървъра.
* asgi.py – Конфигурация за асинхронна връзка между апликацията и сървъра.

Включването на сървъра става чрез командата:

python manage.py runserver

Спирането се случва чрез клавишната комбинация за прекъсване „CTRL + C“.

С въвеждането на командата

python manage.py startapp name

създаваме нова апликация, като name заместваме с името на апликацията (user\_interface). Резултат от изпълнението е нова папка със същото име. Съдържа файлове със същите имена и цел като главния проект. Допълнително са създадени директориите migrations, static/user\_interface, templates/user\_interface.

Миграцията е процес, в който Джанго обновява модела на базата данни полуавтоматично. Това интегриране води до възможност за бъдещо надграждане. В директорията migrations се съдържа информация за миграциите.

В static/user\_interface се намират всички css файлове, използвани от шаблоните.

# **Заключение**

# **Списък на използвана литература**

# **Приложения**