

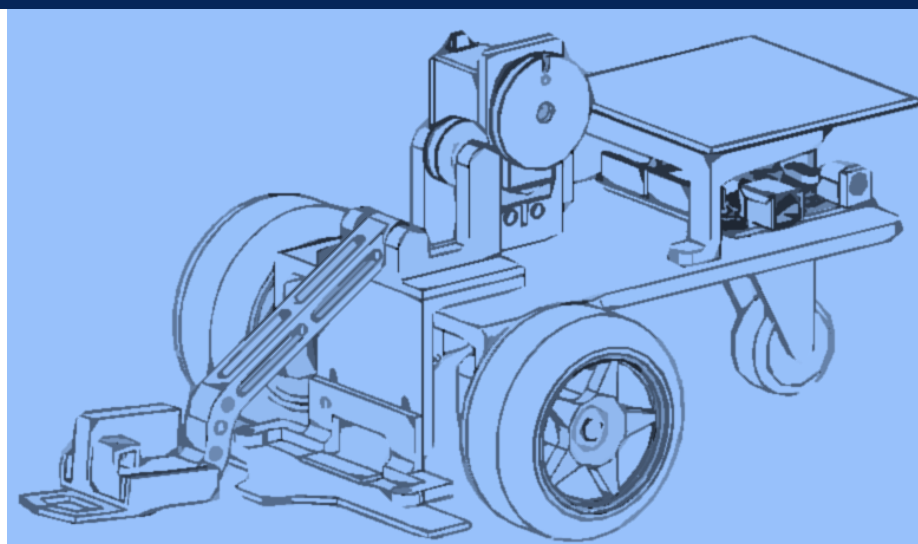


Съфинансиран от програма
„Еразъм+“
на Европейския съюз

Посетете нашата уеб страница
<https://makers-project.eu>

РЪКОВОДСТВО ЗА УЧИТЕЛЯ: КАК И ЗАЩО ДА ПРЕПОДАВАМЕ ЗА И
ЧРЕЗ 3D ТЕХНОЛОГИЯТА?

РАЗРАБОТВАНЕ НА МОБИЛНИ РОБОТИ С ПОМОЩТА НА 3D ПРИНТИРАНЕ



Creative Commons licence -
Attribution-NonCommercial-
ShareAlike CC BY-NC-SA



Година на публикуване: **2023**

Редактор: **Стефан Иванов**

Проект “Училища за творци:
Включване на 3D дизайн и
програмиране в обучението в
средните училища с цел
насърчаване креативността и
ангажираността на учениците с
науката, технологиите,
инженерството и математиката”
(договор да безвъзмездна помощ
№2020-1-BG01-KA201-079274)

Съдържание

Увод	3
I. Разработване на модели на 3D мобилни роботи	4
1. Разработване на модулен мобилен робот	4
2. Разработване на мобилен робот с WiFi управление.....	12
2.1. Разработване на механичната конструкция на робота	12
2.2 Разработване на управляващата електронна платка	16
II. Принтиране на части за мобилни роботи	19
1. Използване на програмата Repetier-Host	19
2.Използване на програмата Flash Print	26
III. Сглобяване на принтираните части	31
Заклучение	35
Задачи за самостоятелна подготовка	36



Увод

Разработката на нови продукти е творчески процес, който се базира както на придобити знания в процеса на обучение, така също и върху индивидуалните творчески способности на всеки индивид. Ако стремежът за иновативност и креативност се развива в процеса на училищното обучение сред децата, то при завършване на тяхното образование, те ще притежават рутината да могат да работят с различни инструменти за дизайн и да реализират свои собствени творчески концепции за създаването на нови продукти. Тези знания ще бъдат ключови за успешната им реализация на пазара на труда и тяхното бъдещо развитие като инженери, конструктори или дизайнери.

Целта на настоящето ръководство е да представи процеса на създаване на мобилни работи на базата на средата за 3D моделиране Fusion 360, както и последователността при отпечатване на готовите модели на 3D принтер и тяхното сглобяване в крайно изделие.



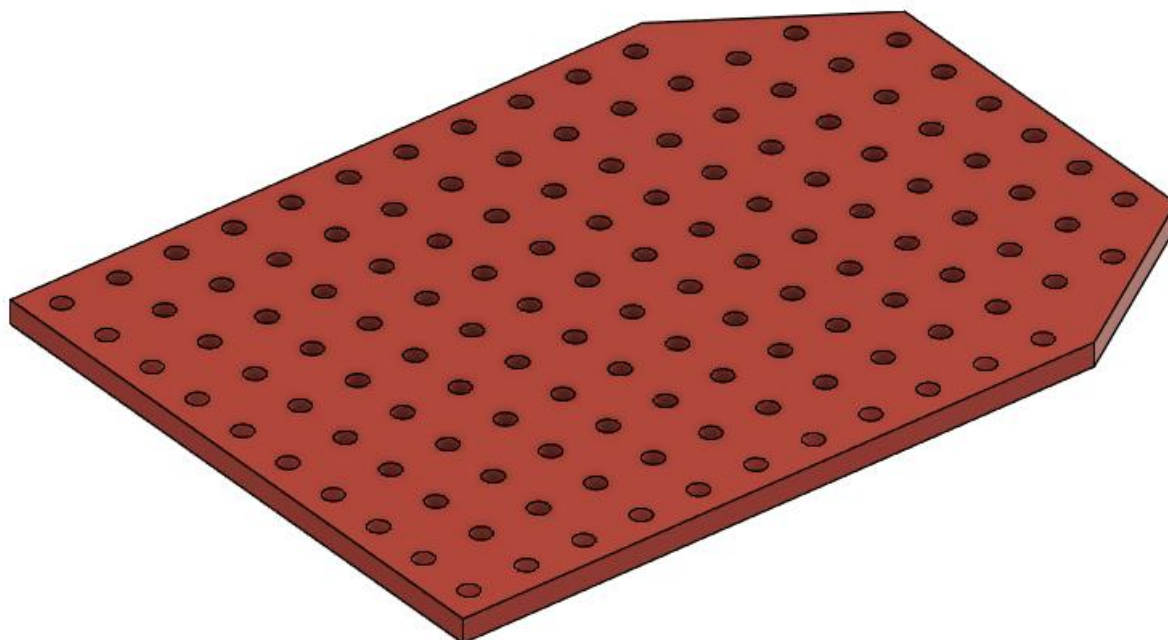
I. Разработване на модели на 3D мобилни роботи

За да се мотивират младите хора и да се насочат към реализация в сферата на точните науки е необходимо те да имат начален практически опит. Такъв опит може да бъде придобит още по време на тяхното обучение в училище посредством специализирани курсове, чрез които учениците да се насърчат да се самоусъвършенстват и да придобиват нови технически познания. Роботиката като инженерна дейност обединява в себе си познания от много области от точните науки. При нея се сливат в едно постиженията на механиката, електрониката и програмирането. С използването на съвременните среди за 3D моделиране става възможно лесно и бързо да бъдат създавани различни дизайни на роботи, които да се използват като основа при обучението на ученици, студенти, както и ентузиастични по роботика. Проектираните модели на роботи с помощта на навлизащите масово в обучението 3D принтери, могат да бъдат отпечатани и впоследствие комбинирани с евтина електроника и мотори да се използват при обучение по програмиране.

В настоящата глава се представя проектирането на мобилни роботи, които могат да бъдат реализирани във всяко едно средно училище, в което се използват съвременните 3D технологии за проектиране и дизайн.

1. Разработване на модулен мобилен робот

Разработването на механичната конструкция на робота започва със създаването на носещата му основа. За целта се използва средата Fusion 360. При проектирането е избран подход на осигуряване на модулност и възможност за бъдещи разширения в конструкцията. Това се постига като основата съдържа голям брой отвори и е предназначена към нея да могат да се прикрепват различни механични части с помощта на винтове и гайки с резба М3 (фиг.1).



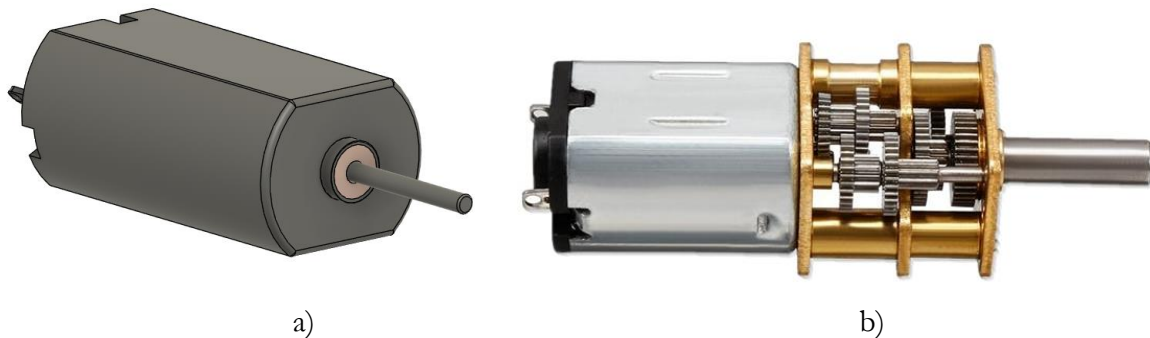
Фиг. 1

За задвижването на робота са избрани постояннотокови мотори, които са комбинирани със съответния редуктор и предоставят необходимия въртящ момент за задвижване на мобилния робот. Моторите са моделирани в средата (фиг.2,а), като подобни на тях реални



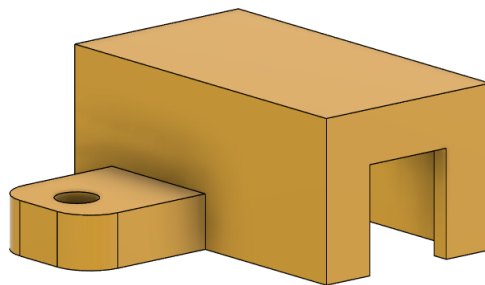
постояннотокови електродвигатели са представени на фиг.2,b и могат да бъдат закупени от интернет магазини, като например:

https://www.aliexpress.com/item/33022320164.html?spm=a2g0o.order_list.0.0.5b341802zuoji4



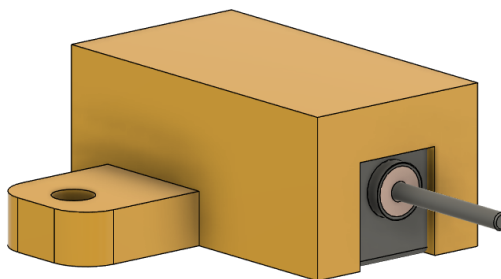
Фиг. 2

За мотора е разработен поддържащ елемент, посредством който става закрепването му към платформата на робота (фиг.3).



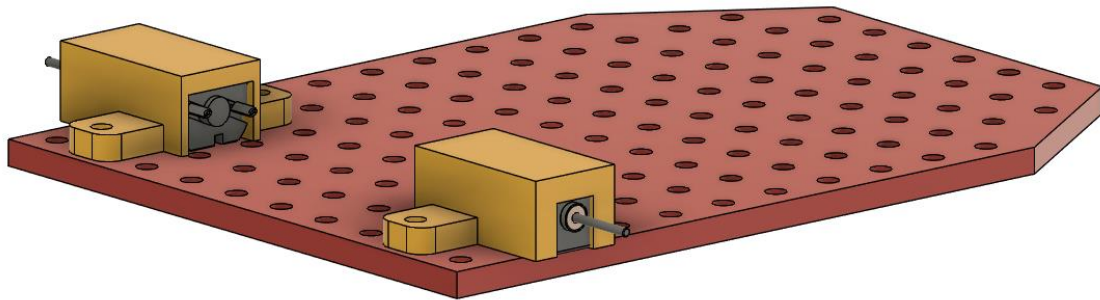
Фиг. 3

Размерите на поддържащия елемент съответстват на външните размери на използваните електродвигатели, така че между тях да се създаде съответната стабилно фиксирана сглобка (фиг.4).



Фиг. 4

Двата двигателя се закрепват към платформата с помощта на присъединителните отвори на поддържащите елементи, които се фиксират с винтове и гайки М3 към платформата (фиг.5).



Фиг. 5

Към моторите се свързват моделите на задвижващите колела (фиг.6,а). Самите задвижващи колела (фиг.6,б) могат да бъдат поръчани от интернет магазини, като например:

<https://www.aliexpress.com/item/4001007034948.html?spm=a2g0o.cart.0.0.15dc3c000uEEiZ&mp=1>



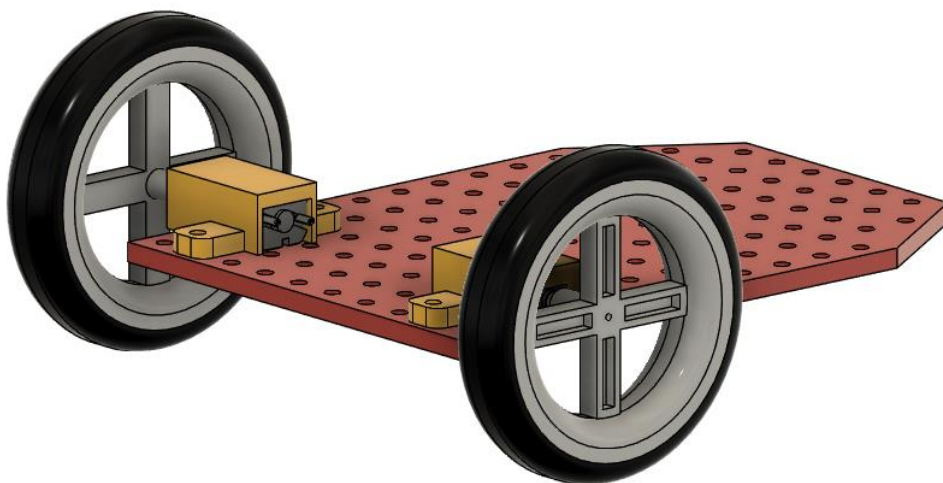
a)



b)

Фиг. 6

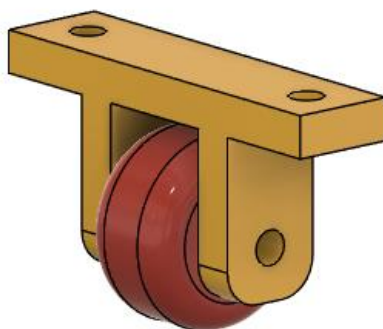
След добавянето на колелата платформата придобива вида, представен на фиг.7.



Фиг. 7

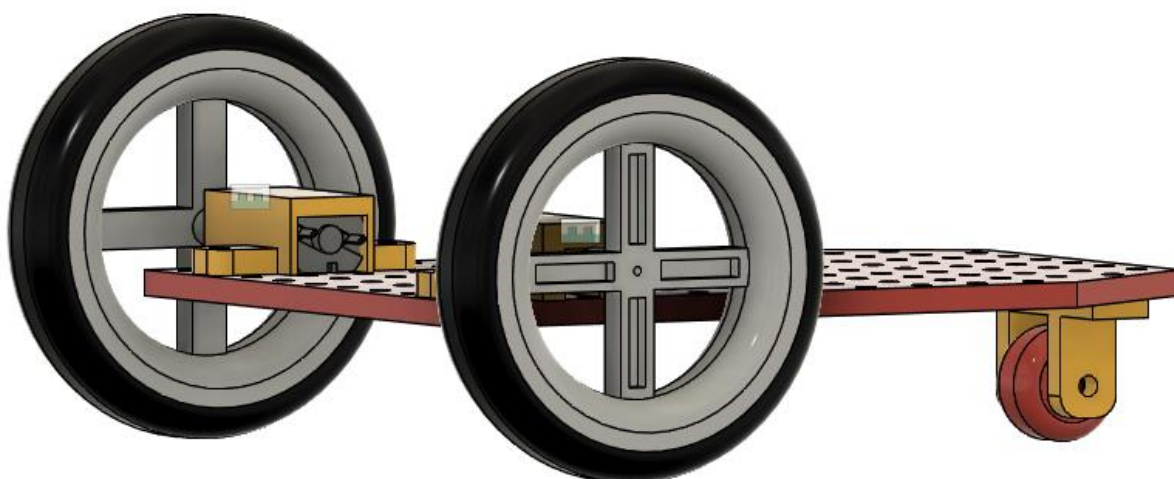


Опорното колело на робота е разработено като 3D модел, на който лесно могат да бъдат отпечатани двете му съставни части на 3D принтер (фиг.8). Свързването на двете части е предвидено да се осъществи посредством винт и гайка с резба М3.



Фиг. 8

Опорното колело може лесно да бъде свързано към платформата на робота (фиг.9), като заоблената форма на колелото способства за намаляване на триенето при движението на робота.



Фиг. 9

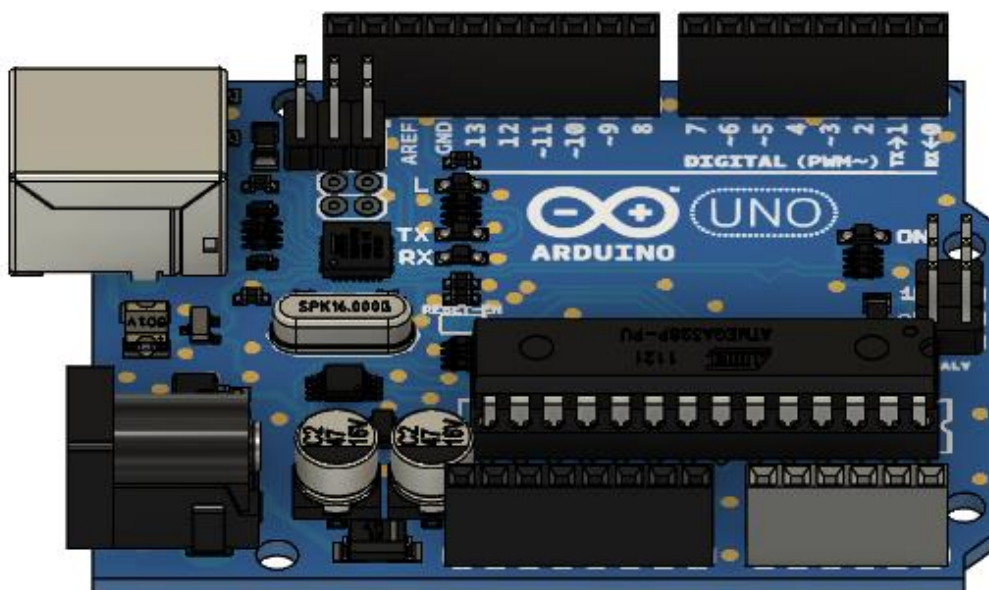
При създаването на 3D модели често се използват готови компоненти, които могат да бъдат намерени и свалени от интернет. В интернет съществуват множество сайтове, откъдето свободно и след регистрация могат да се свалят най-различни модели. Като такива сайтове могат да се посочат:

- <https://openbuilds.com/>
- <https://grabcad.com/>
- <https://www.thingiverse.com/>
- <https://www.3dcontentcentral.com/Default.aspx>
- <https://www.traceparts.com/en>
- <https://www.mcmaster.com/>
- <https://gallery.autodesk.com/>

както и много други.

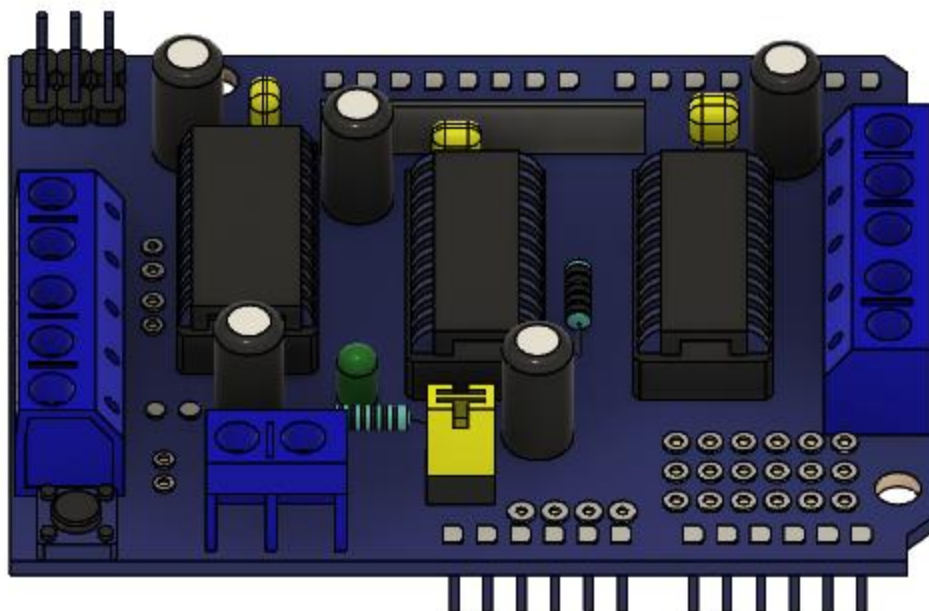


За управлението на робот се използва като контролер широко разпространената платка ArduinoUno, която може да бъде закупена от интернет магазини, а неин 3D модел да бъде свален от интернет (фиг.10).



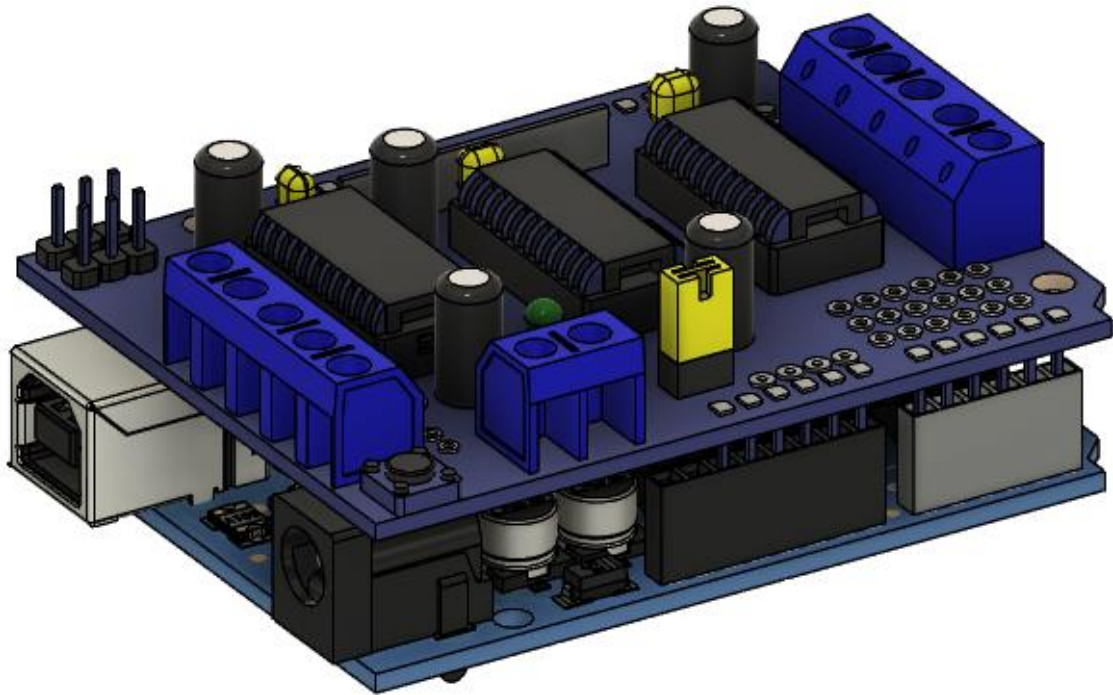
Фиг. 10

Управлението на двигателите се контролира от т.нар. L293D Motor Drive Shield (фиг.11), който е предназначен да работи с ArduinoUno.



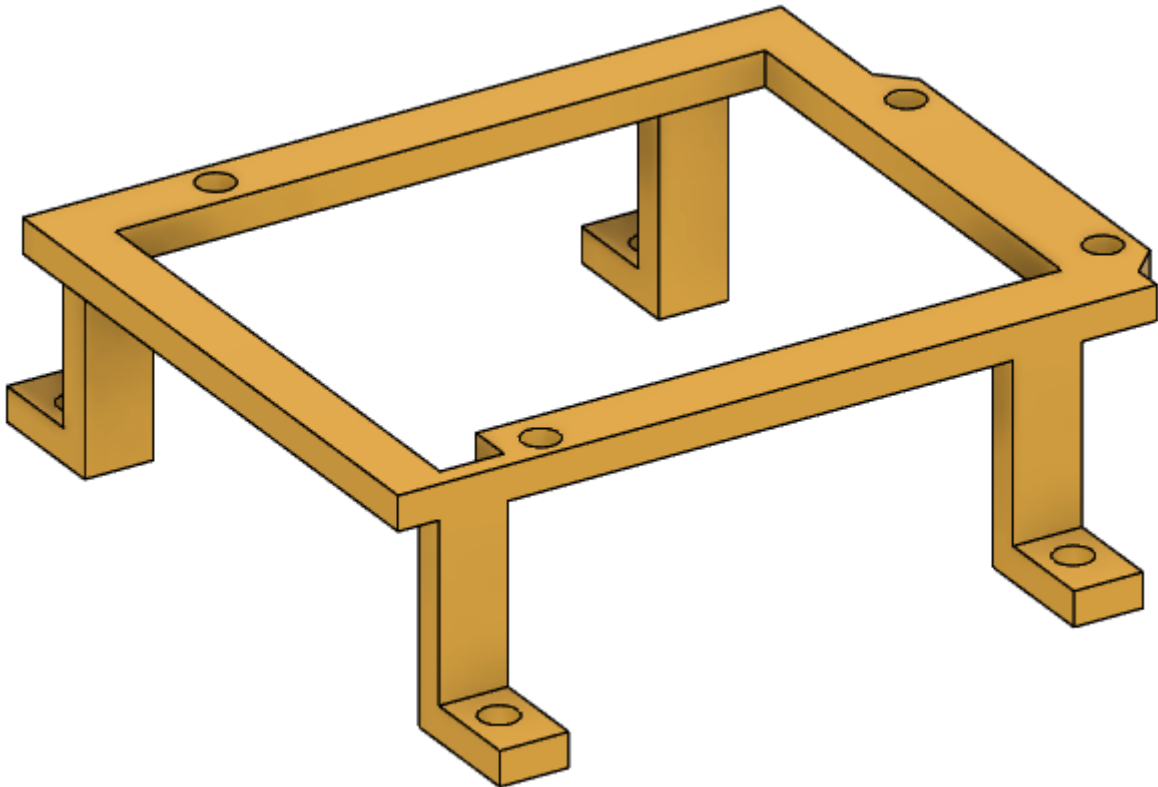
Фиг. 11

Моделите на електронните платки могат да бъдат сглобени по съответния начин и да образуват електронната управляваща система на мобилния робот (фиг.12).



Фиг.12

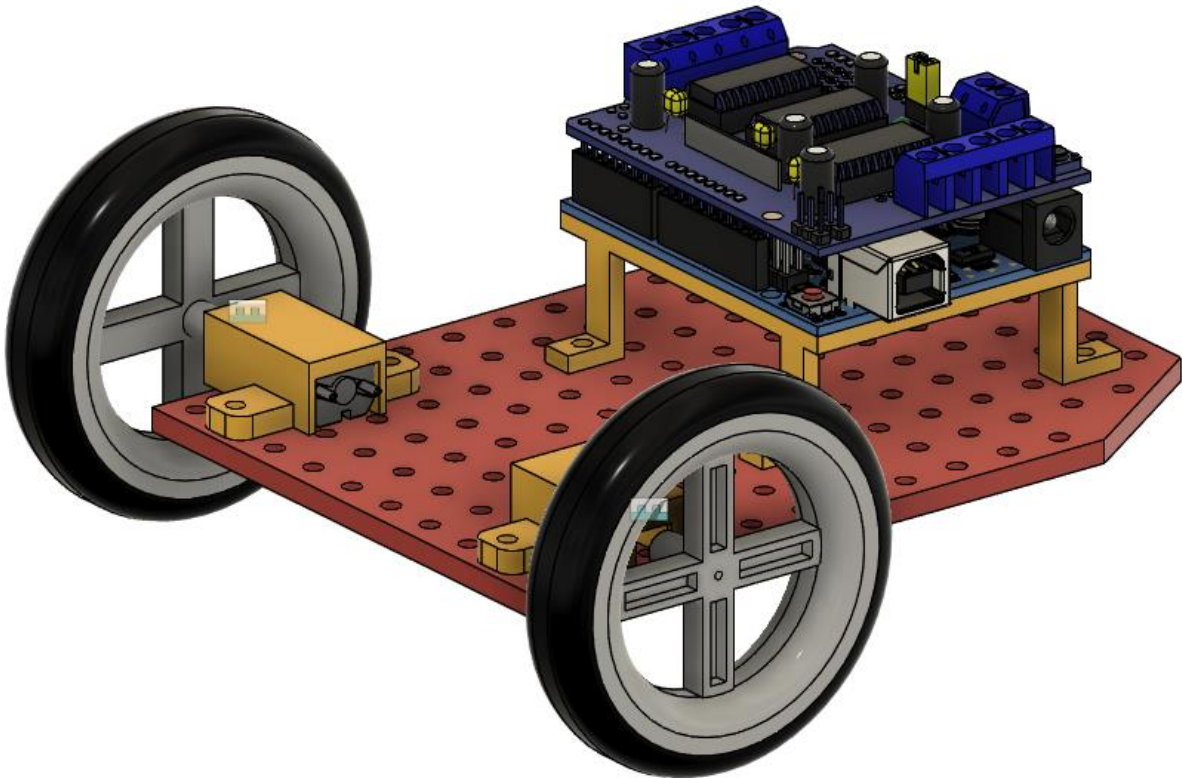
За прикрепването на електрониката към платформата на робота е разработен 3D модел на механична част, която да позволи осъществяването на това прикрепване (фиг.13).



Фиг. 13

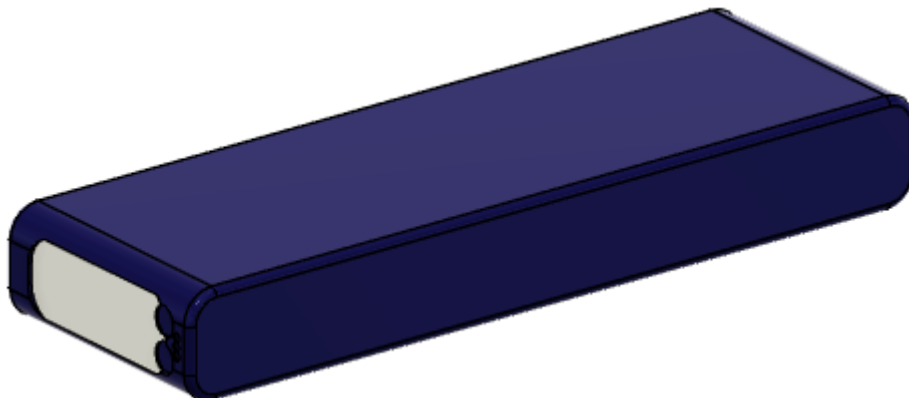


След прикрепването на електрониката, триизмерния модел на робота придобива вида, представен на фиг.14.



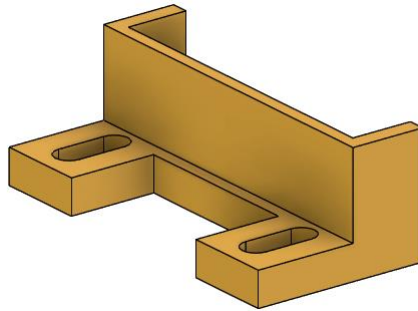
Фиг. 14

За функционирането на мобилния робот е необходимо да се предвиди съответното захранване. В интернет могат да бъдат намерени много модели на литиево-йонни или други типове батерии, които да се използват за осигуряване на необходимата енергия (фиг.15).



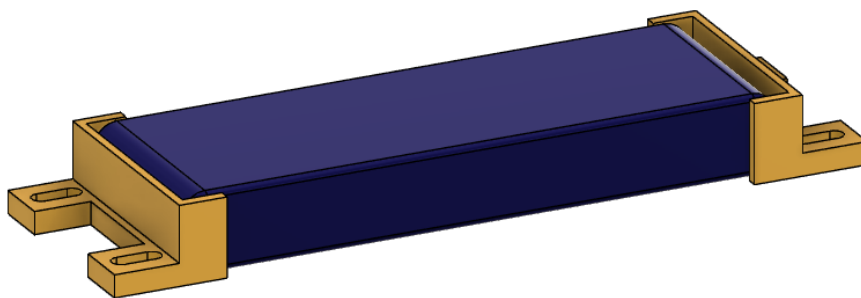
Фиг. 15

За закрепването на батерията към платформата могат да се разработят различни механични компоненти. В настоящия случай е разработен компонент, който позволява да се изменя неговото положение върху платформата благодарение на отворите му под формата на слотове (фиг.16).



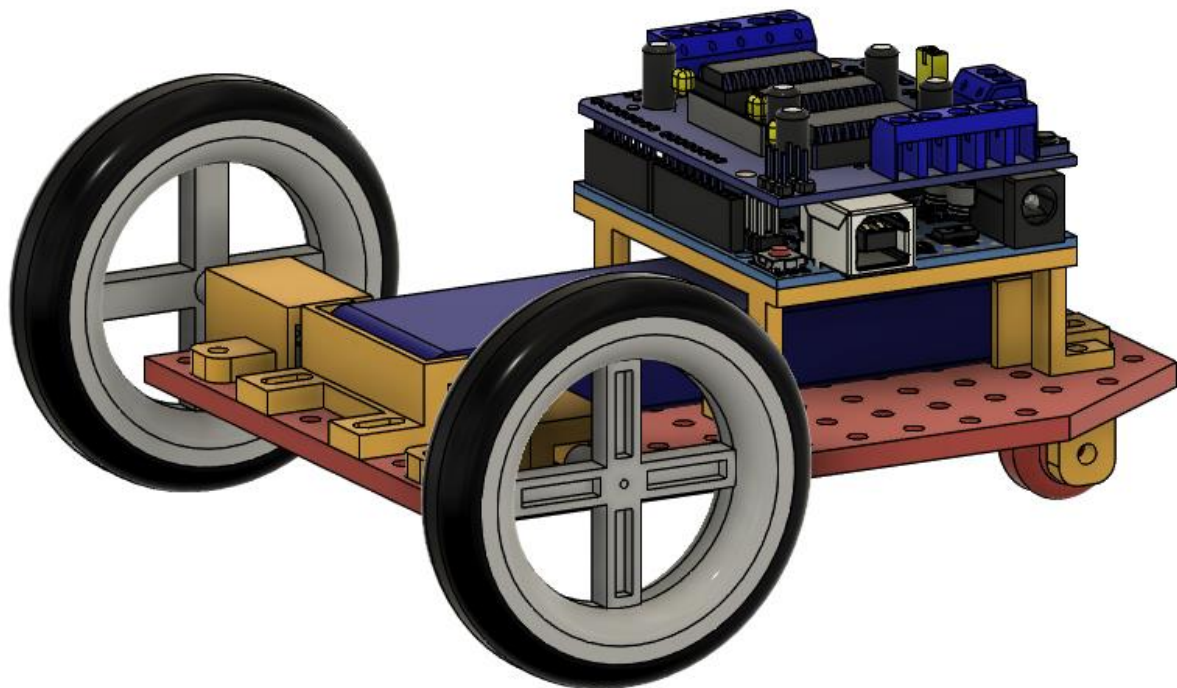
Фиг. 16

Фиксирането на батерията към платформата може да стане с помощта на два подобни компонента (фиг.17).



Фиг. 17

Окончателният вариант на 3D модела на мобилния робот е представен на фиг. 18. Самият модел дава възможност за разширения и добавяне на допълнителни механични или електронни компоненти, които лесно могат да се свързват с платформата на робота посредством стандартизирани съединения винт-гайка.



Фиг. 18

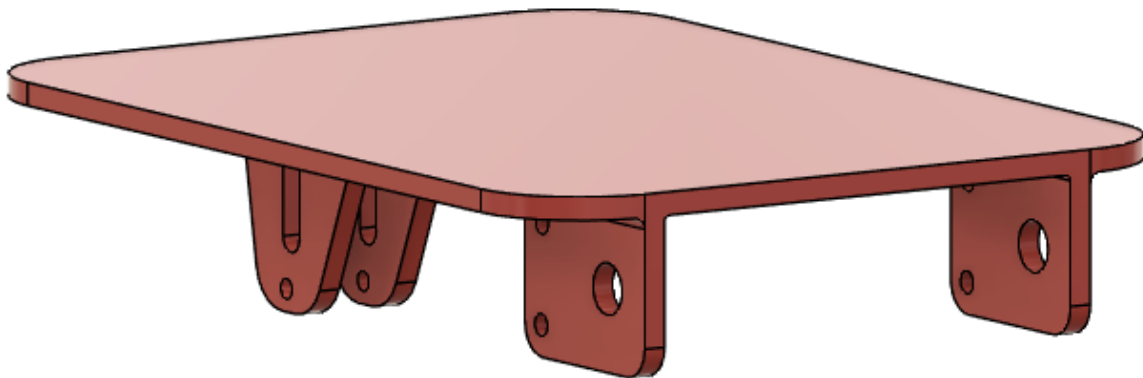


2. Разработване на мобилен робот с WiFi управление

2.1. Разработване на механичната конструкция на робота

Докато по-горе представената конструкция на робот позволява гъвкавост при разполагането на отделните компоненти върху основата, то стандартните продукти рядко имат такива опции и тяхната конструкция е точно специфична, а разположението на отделните им части е невъзможно да бъде променяно. Именно такава завършена конструкция на мобилен робот е представена по-долу.

Платформата на мобилния робот дава възможност към нея да се свързват задвижващите колела и опорното колело (фиг.19).



Фиг. 19

Моделът на задвижващите колела може да бъде свален от интернет (фиг. 20,a), а изображение самото колело е представено на фиг. 20,b.



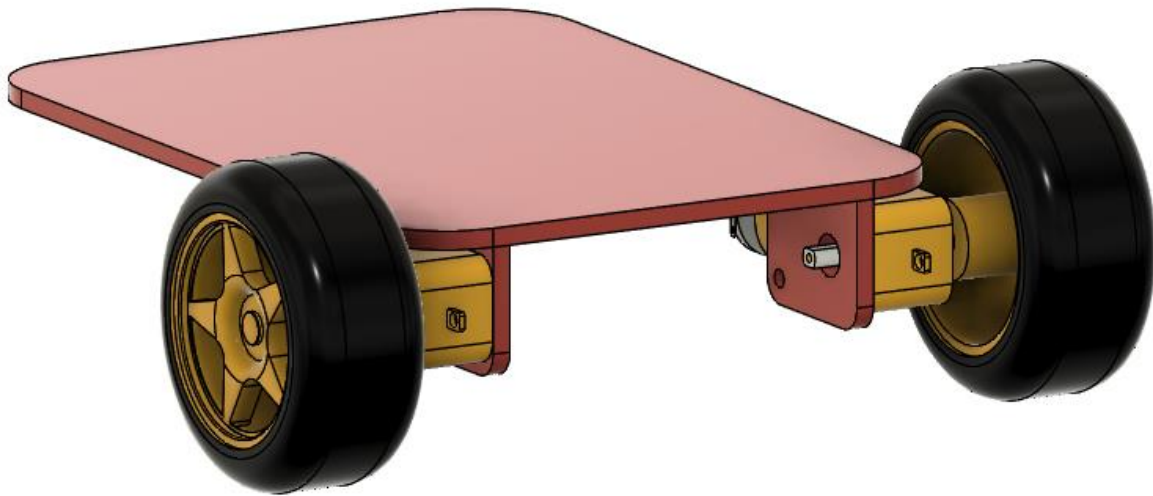
Фиг. 20

Задвижващите колела могат да бъдат закупени от различни интернет магазини, като един такъв е достъпен на следния линк:

<https://www.aliexpress.com/item/4000126948489.html?spm=a2g0o.cart.0.0.9e3d3c00iFcNkr&mp=1>

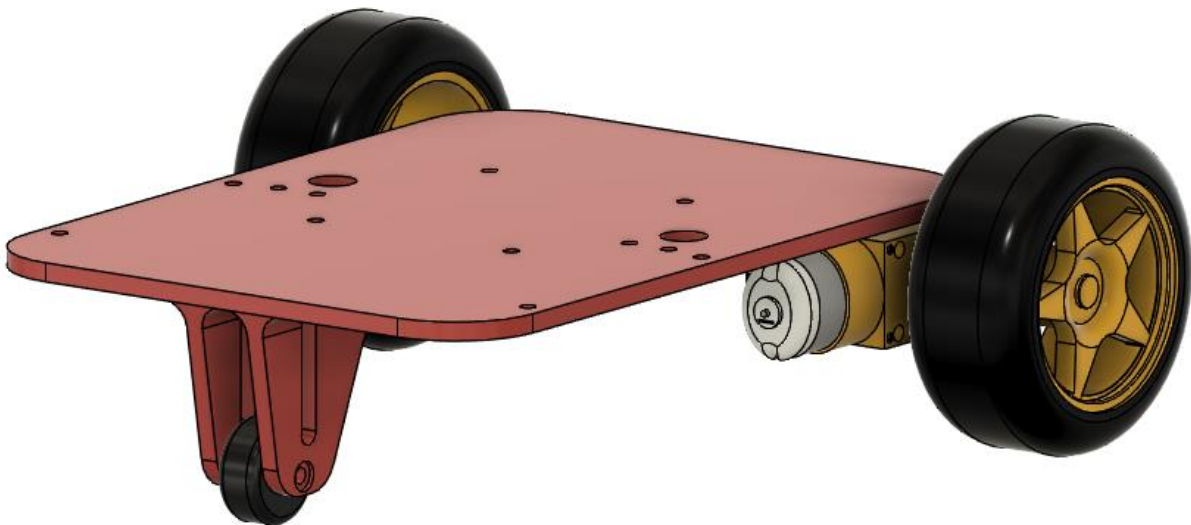
След сглобяване на задвижващите колела, моделът на робота придобива вида на фиг.21.





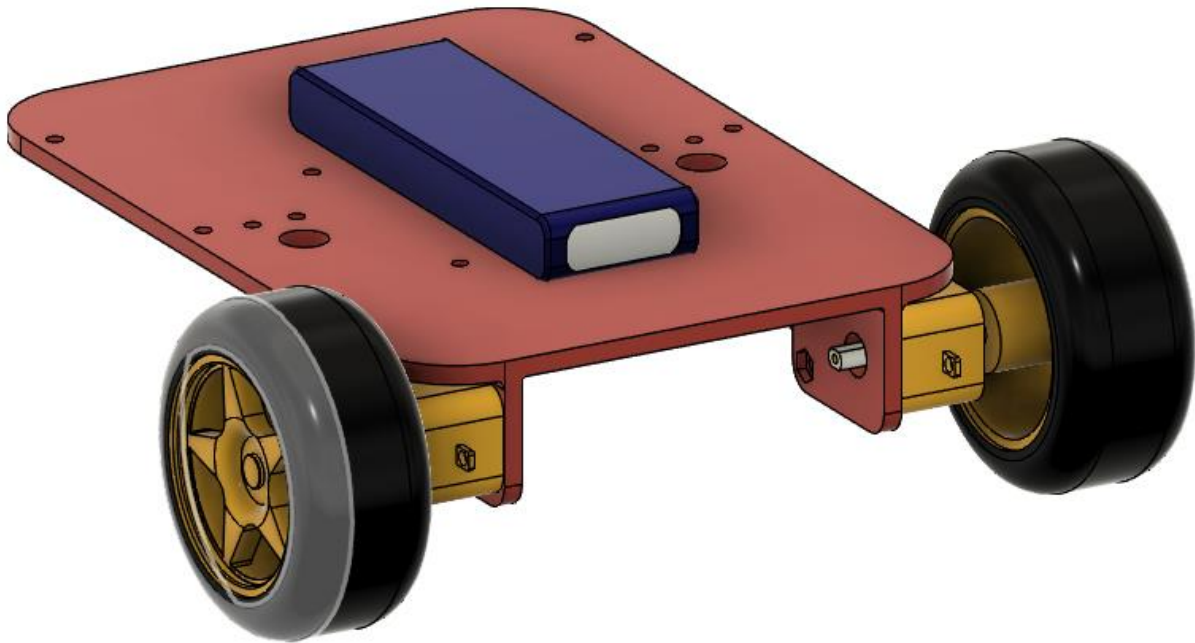
Фиг. 21

Към платформата на робота е добавен модел на опорно колело, проектирано за случая, което се прикрепва с помощта на съединение от тип винт-гайка (фиг.22). Към платформата са добавени и отвори, през които ще се прекара електрическото окабеляване, както и отвори, които се използват за сглобяване на другите части на робота към платформата.



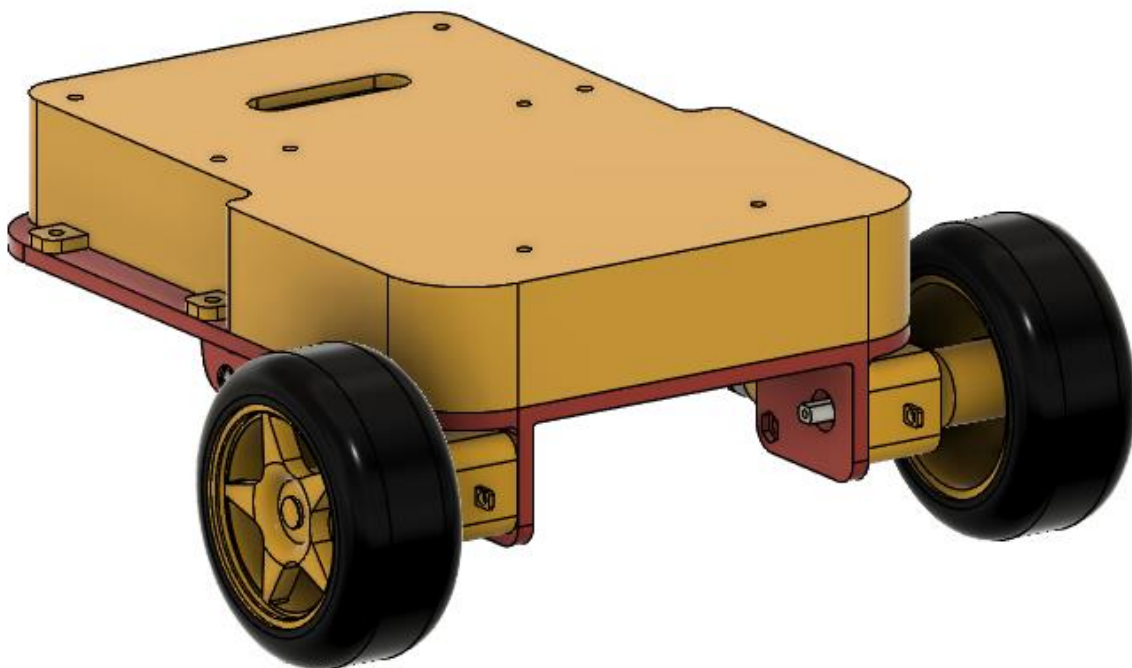
Фиг. 22

Върху платформата е предвидено да се постави батерия, която да осигури захранването на робота (фиг.23). Закрепването на батерията може да се извърши с помощта на кабелни връзки, които преминават през предвидените за това отвори или чрез закрепващи скоби, които могат да се разработят допълнително.



Фиг. 23

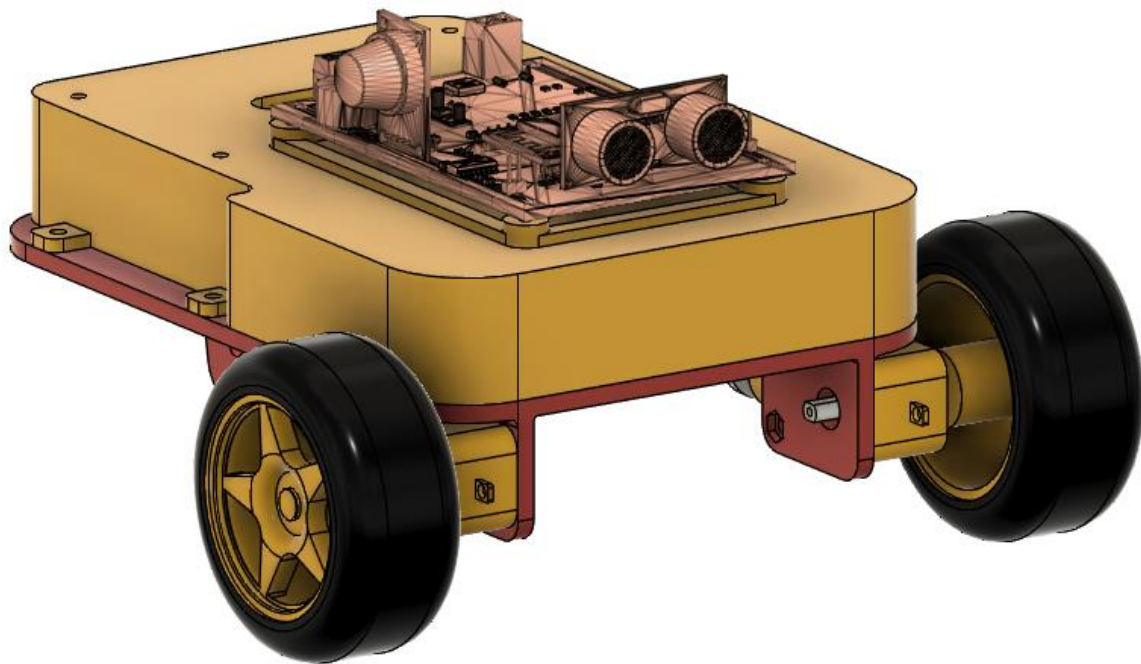
Върху платформата посредством винтове и гайки се прикрепва тяло (фиг.24), върху което е предвидено да се монтира управляващата електроника.



Фиг. 24

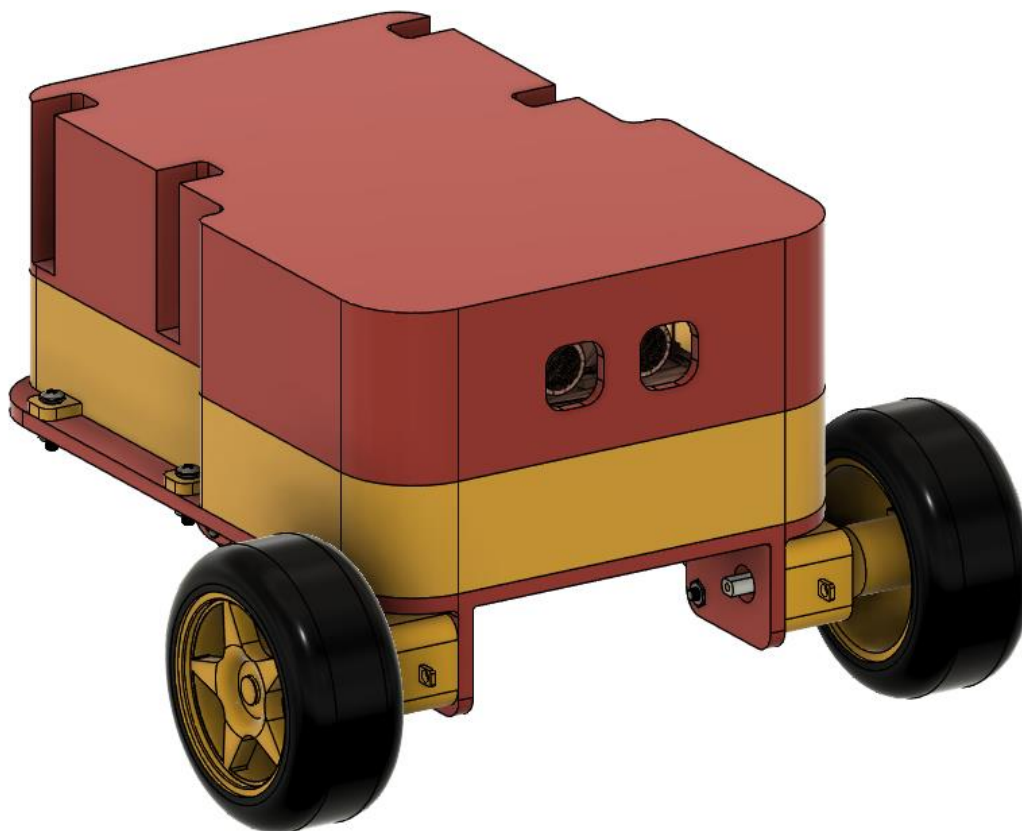
Управляващата робота електроника се поставя върху специално разработена за целта подложка (фиг.25). Разработката на електронната схема е реализирана на базата на средата EasyEDA (представена по-долу в описанието) и е експортирана като триизмерен файл, който е добавен към 3D модела на робота. Благодарение на триизмерния модел на управляващата електроника е определено къде ще бъдат разположени отворите за ултразвуковия сензор за разстояние върху капака на робота.





Фиг. 25

Капакът на робота придава завършен вид на конструкцията (фиг.26) и също както останалите части е предвидено да се присъединява посредством резбово съединение от тип винт-гайка с размер на резбата М3.



Фиг. 26



2.2 Разработване на управляващата електронна платка

Разработването на електронни системи на базата на микроконтролери се явява важна компетенция при създаването на различни роботизирани системи. Благодарение на големия брой развойни модули, най-вече базирани на платформата Arduino, разработването на управляващата електроника на различните роботи се превръща в обикновена задача, която е по силите на ученици и студенти с базови познания по електроника и по начините за проектиране на печатни платки.

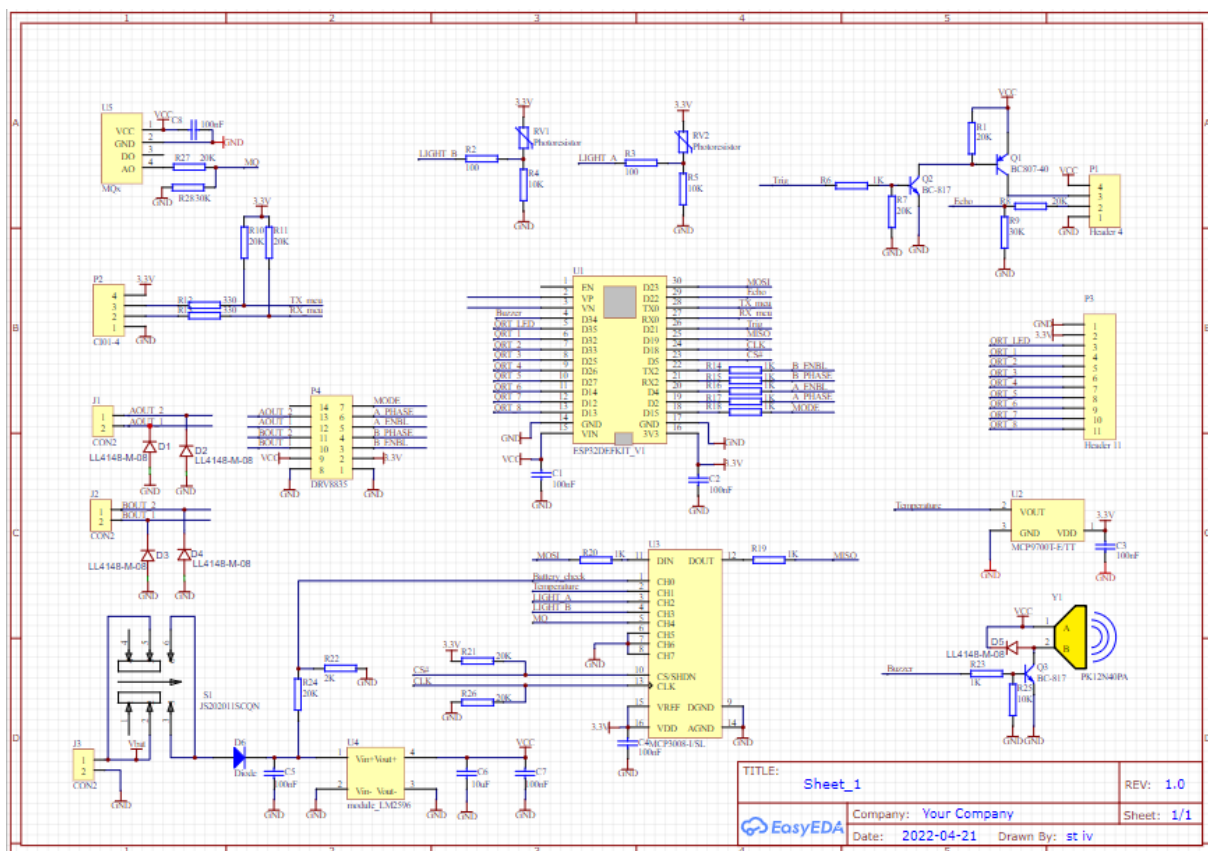
Към настоящия момент за проектирането на печатни платки освен утвърдените във времето комерсиални продукти, съществуват и набор от среди, които са безплатни и предоставят всички необходими базови функции за проектиране на едно електронно устройство.

Една такава среда е средата EasyEDA -



Описание на основните характеристики на тази среда, както и ръководство за работа с нея може да бъде открито на уеб сайта на програмата: <https://easyeda.com/>

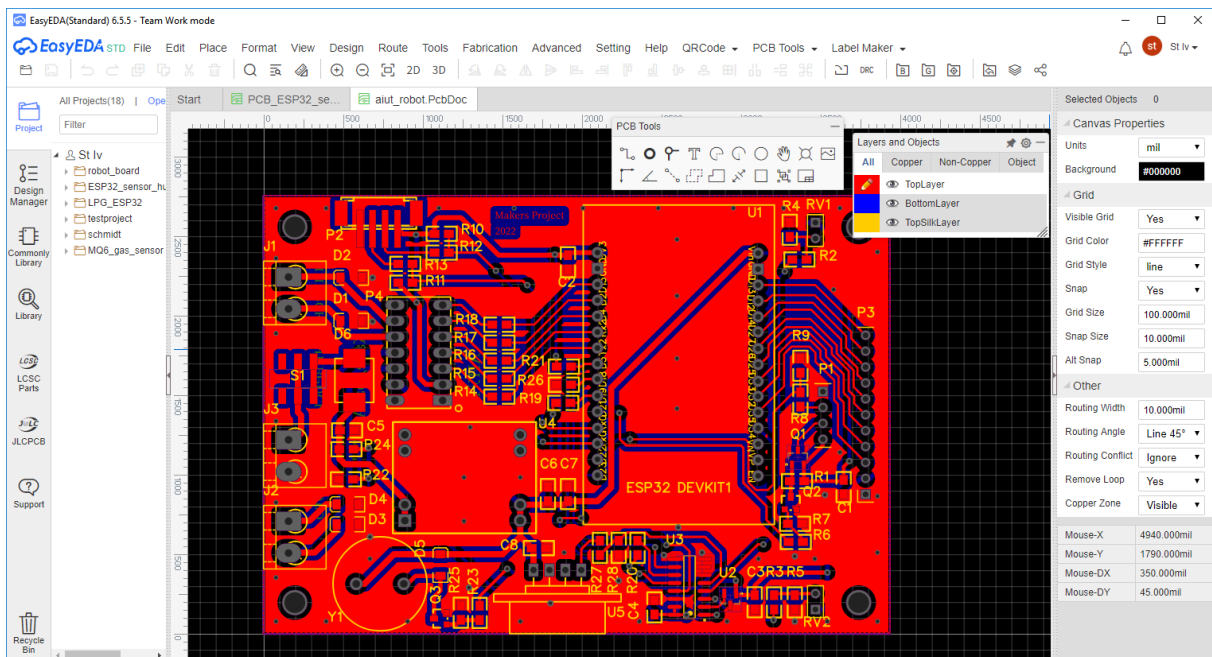
Схемата на управляващата електроника (фиг.27) е създадена, като са използвани широкодостъпни и евтини компоненти. Основно е заложено използването на готови модули, които могат да бъдат поръчани от интернет магазини. Като основен процесор се използва модул с инсталиран на него ESP32 микроконтролер. Управлението на моторите се реализира с помощта на драйверна схема DRV8835. Към платката са добавени различни сензори, като ултразвуков сензор, температурен сензор, сензори за осветеност, газов сензор, както и възможност за свързване на инфрачервен сензор.



Фиг. 27

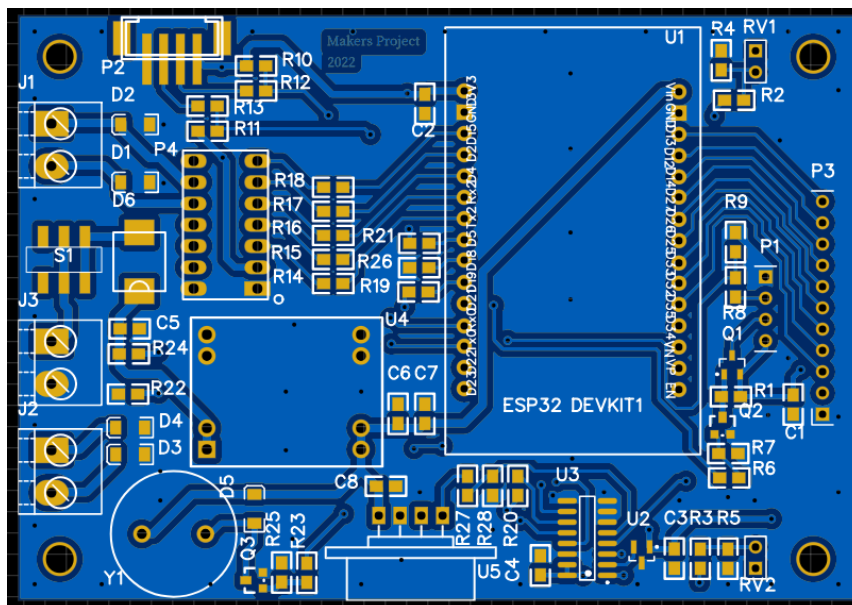


Разработената схема в средата EasyEDA е реализирана като печатна платка (фиг.28). Платката е двуслойна, като върху нея в максимално компактна подредба са разположение корпсите на компонентите.



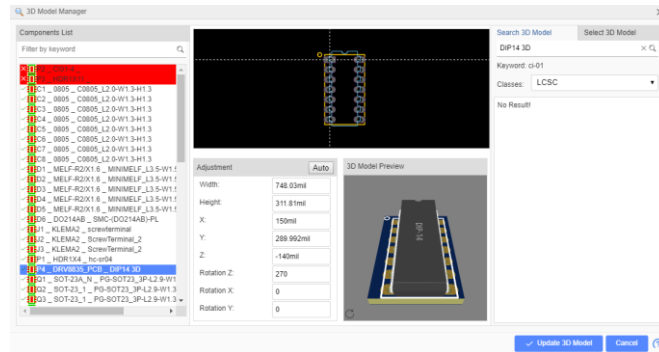
Фиг. 28

Едно от предимствата на средата е възможността да се направи преглед как би изглеждала печатната платки при производството ѝ (фиг.29).



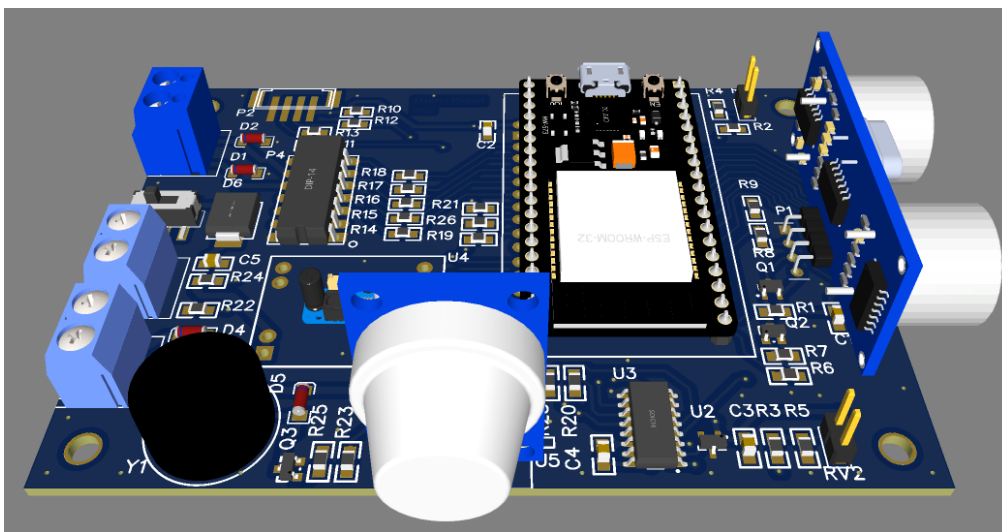
Фиг. 29

Друго предимство е възможността към всеки един компонент да бъде добавян неговият 3D модел. Добавянето на модела се реализира лесно и интуитивно посредством специално меню, което дава възможност потребителя да управлява ориентацията и разположението на модела (фиг.30).



Фиг. 30

Когато компонентите разполагат с 3D модели е възможно да се получи реалистичен триизмерен модел на разработената електронна система, който да бъде експортиран и използван в съответните механични дизайни (фиг.31).



Фиг. 31

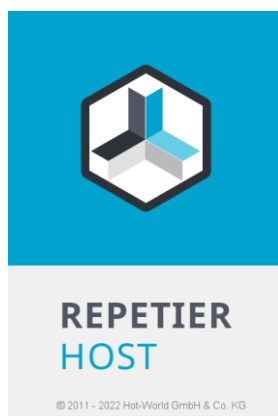
Експортираният модел на електронната система се използва в дизайна на мобилния робот и в зависимост от неговите габаритни размери, определя и дизайна на робота.

II. Принтиране на части за мобилни работи

Към настоящия момент работата с разпространените FDM 3D принтери представлява тривиална задача, която се улеснява от възможностите, които съвременните програмни продукти за 3D печат притежават. От наличните програмни продукти за управление на 3D печата може да се открие програмата Repetier-Host, която притежава възможност за множество настройки, които да позволят работата ѝ с различни 3D принтери, като същевременно запазва лекотата при работа с нея от хора, които тепърва започват да се занимават с 3D печат.

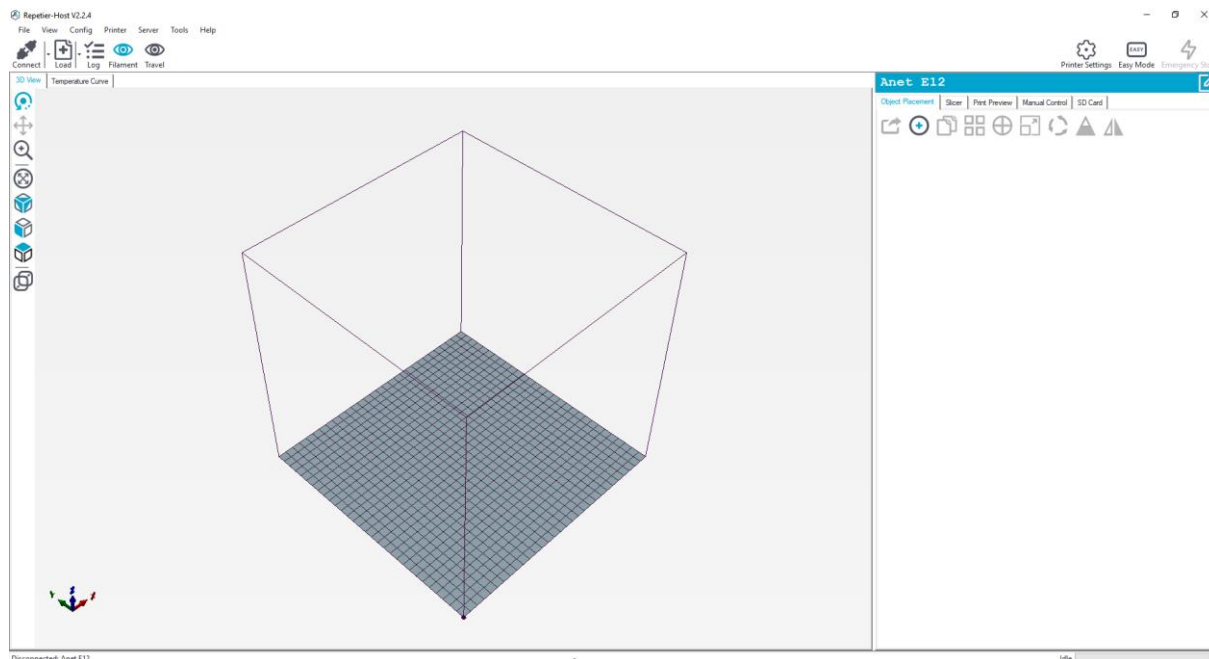
1. Използване на програмата Repetier-Host

Програмата Repetier-Host (фиг.32) се предлага на сайта <https://www.repetier.com/> и може свободно да се сваля от всеки.



Фиг. 32

След инсталирането и стартирането и появява прозорецът, представен на фиг.33.

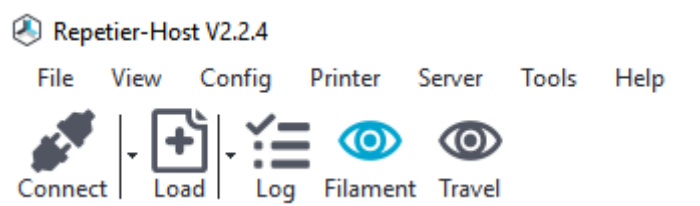


Фиг. 33

Разполагането на триизмерния файл за отпечатване в работното пространство, симулиращо масата на 3D принтера, се осъществява с командата Load (фиг.34). След

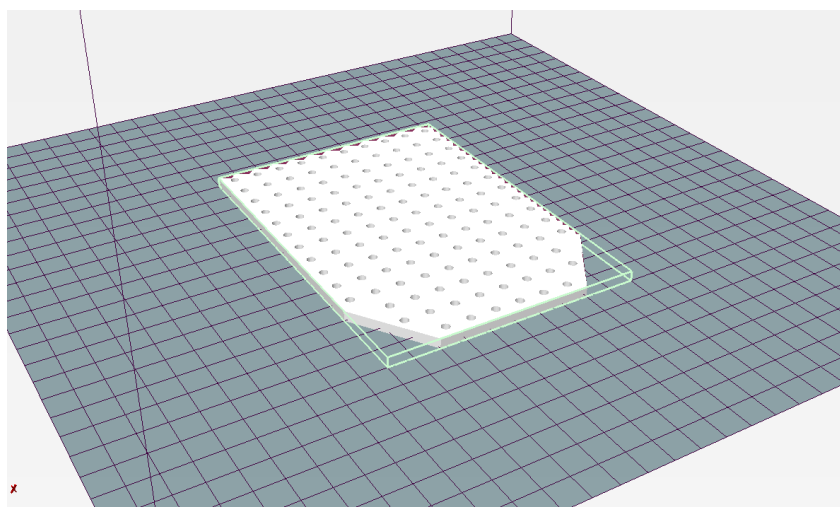


стартване на командата потребителят трябва да избере файла, който ще бъде подготвен за принтиране. Въпреки, че се поддържат различни файлови формати, основно се използват STL файлове.



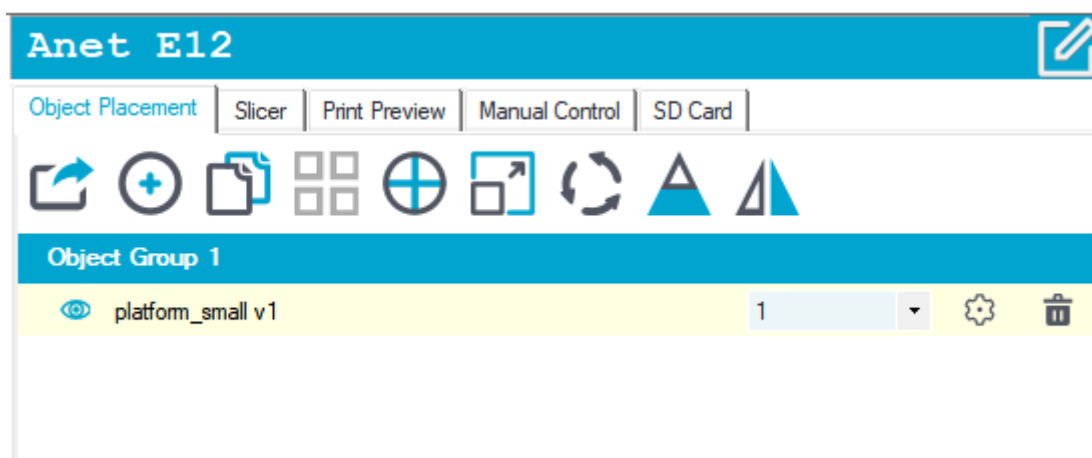
Фиг. 34

Избраният модел се разполага автоматично върху работната маса (фиг.35). Начина на разположението се избира от средата.



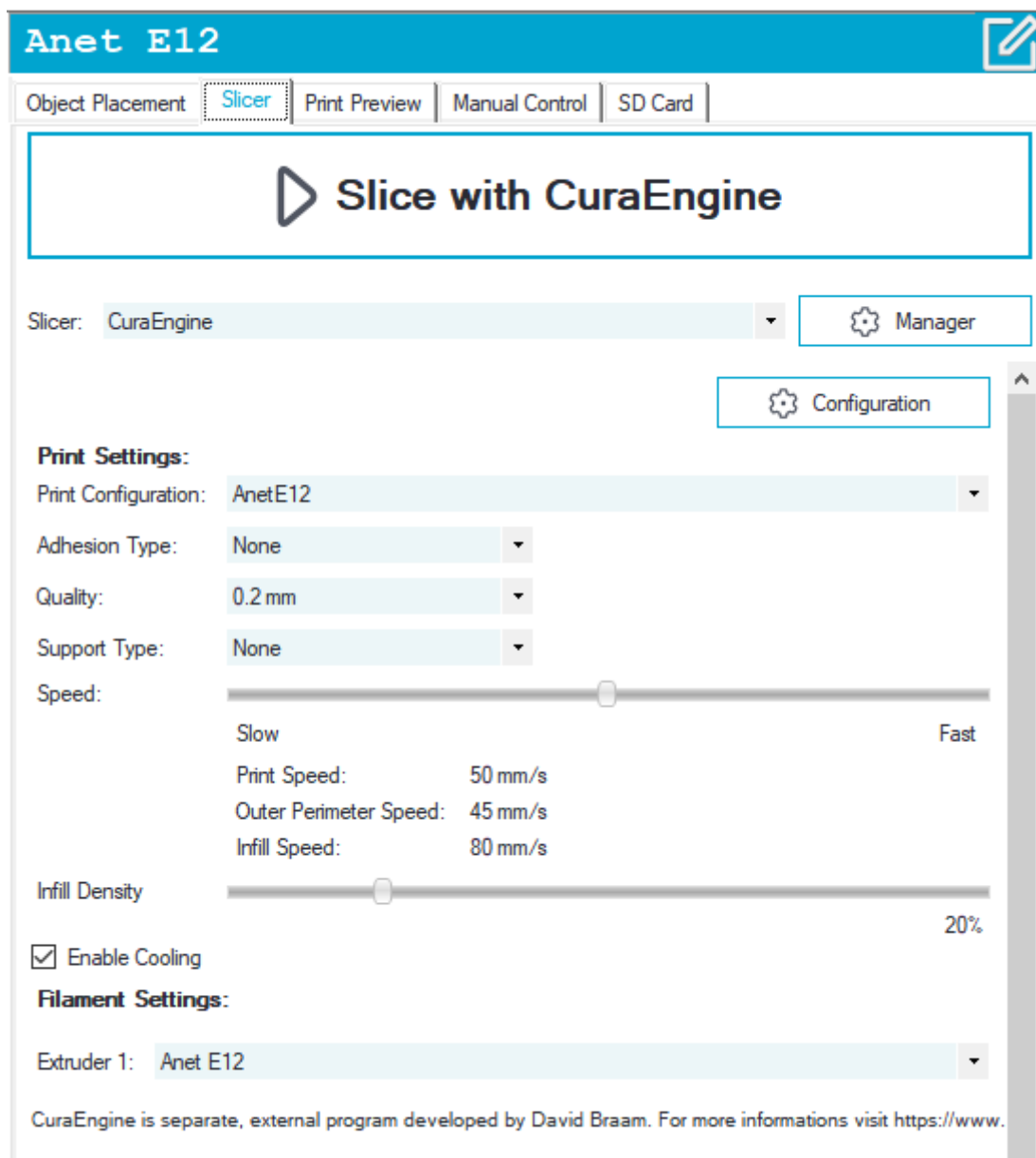
Фиг. 35

Ако е необходимо разположението на триизмерния обект да се промени или да се редактират някои свойства на модела, то това лесно може да се направи с командите в менюто Object Placement (фиг.36). В менюто са включени команди за преместване и ротация, за мащабиране, за копиране и огледално отразяване на избраните модели, намиращи се на работната маса.



Фиг. 36

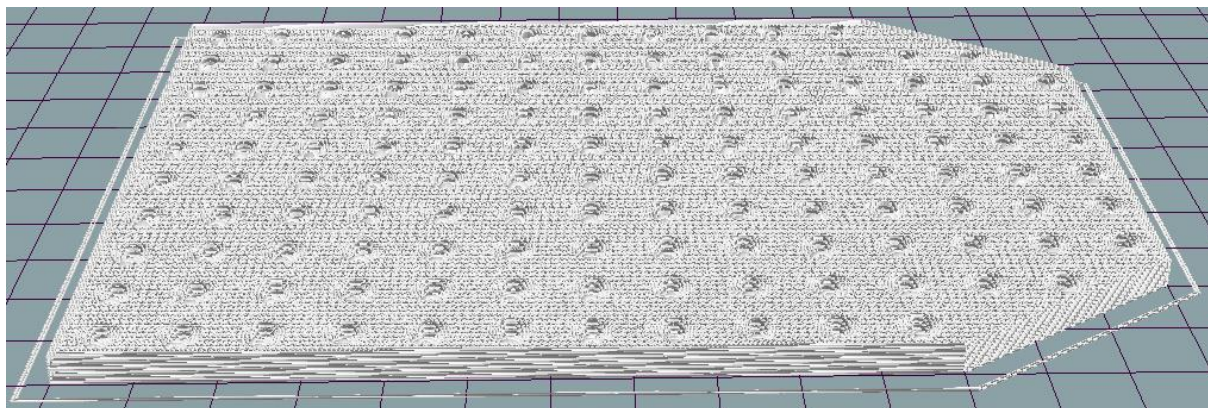
Следваща стъпка е т.нар. „слайсване“ на триизмерния модел. В основата си това е процес, при който моделът се разделя на слоеве с определена дебелина (напр. 0.2 или 0.3 мм), след което всеки един слой се реализира като последователно наслагване на материал, получен при движение на екструдера на принтера. Движението на екструдера се представя като последователност от G команди, с помощта на които се управляват електромоторите на 3D принтера. На фиг. 37 е представен изглед от менюто за извършване на „слайсване“.



Фиг. 37

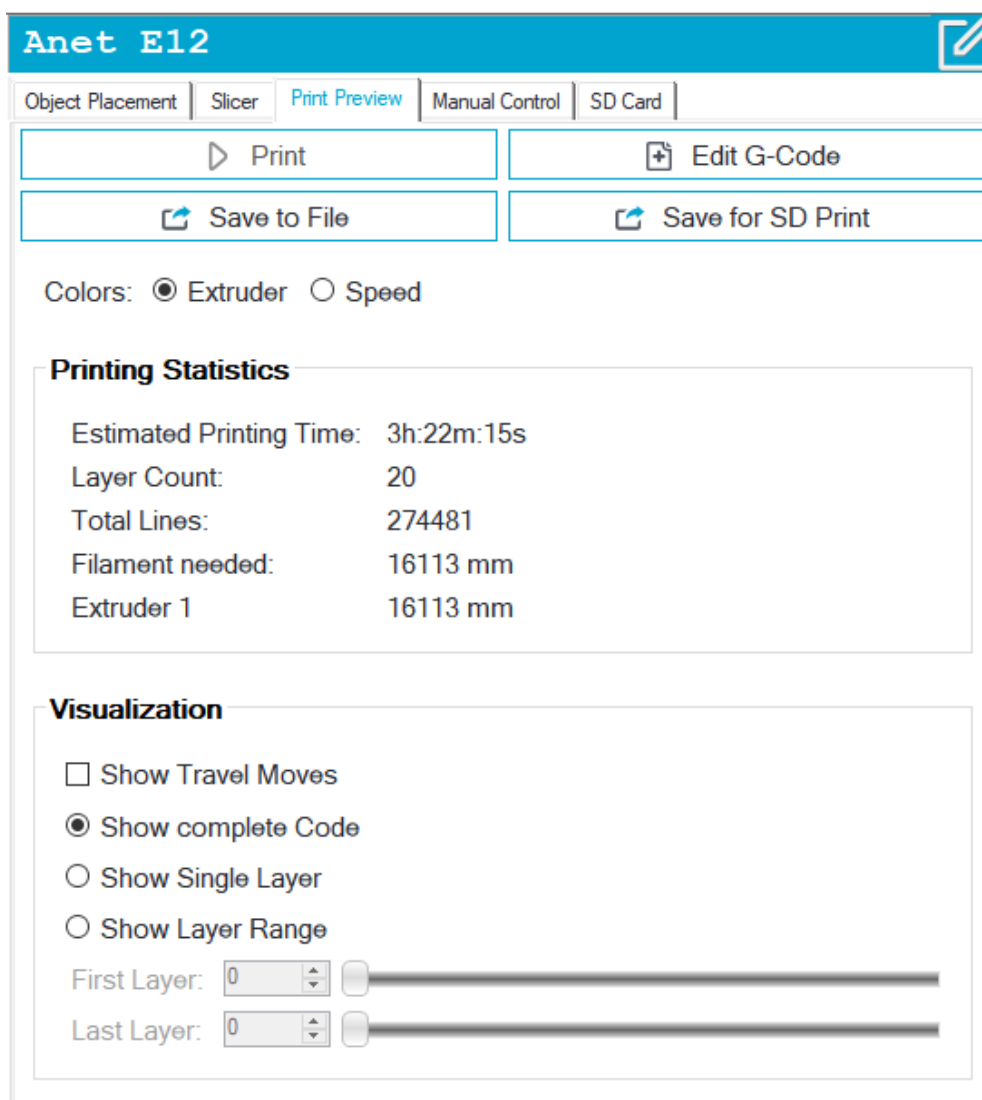
След завършване на процеса на „слайсване“, може да се види как би изглеждал принтирания детайл върху масата на принтера (фиг.38). Освен самия детайл се изобразява и допълнителният материал, който се генерира върху масата на принтера в процеса на отпечатване.





Фиг. 38

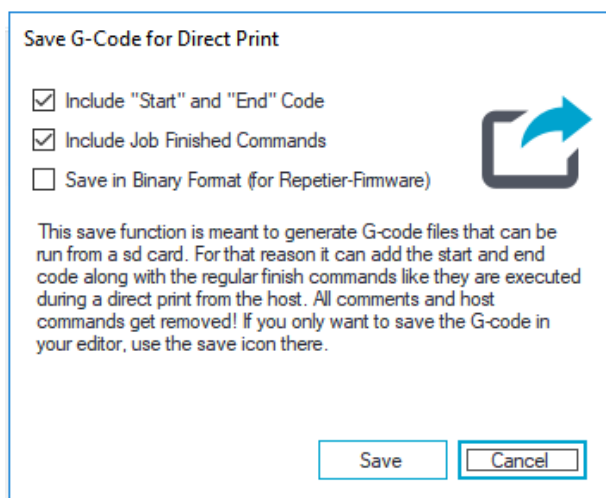
Изгледа на принтирания детайл може допълнително да се наблюдава слой по слой с помощта на възможностите на менюто Print Preview. В това меню допълнително се извежда статистика за времето на принтиране, броя слоеве, както и количеството на използвания материал (фиг.39).



Фиг. 39

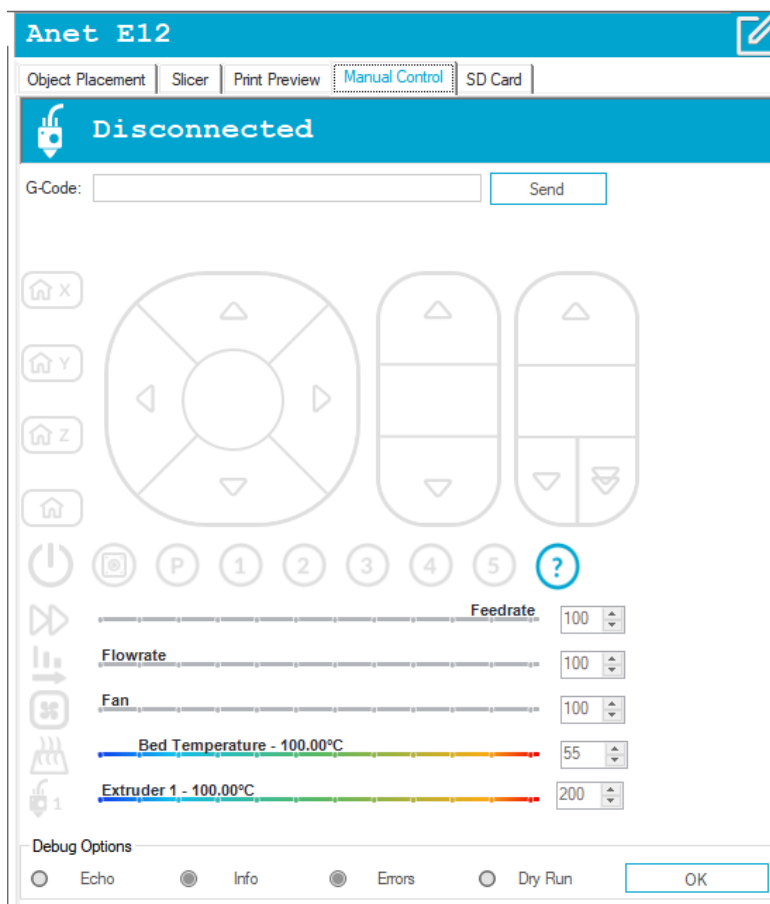


Освен това в менюто има възможност да се избере редактиране на получения G файл или записването му, с цел последващото му използване за принтиране (фиг.40).



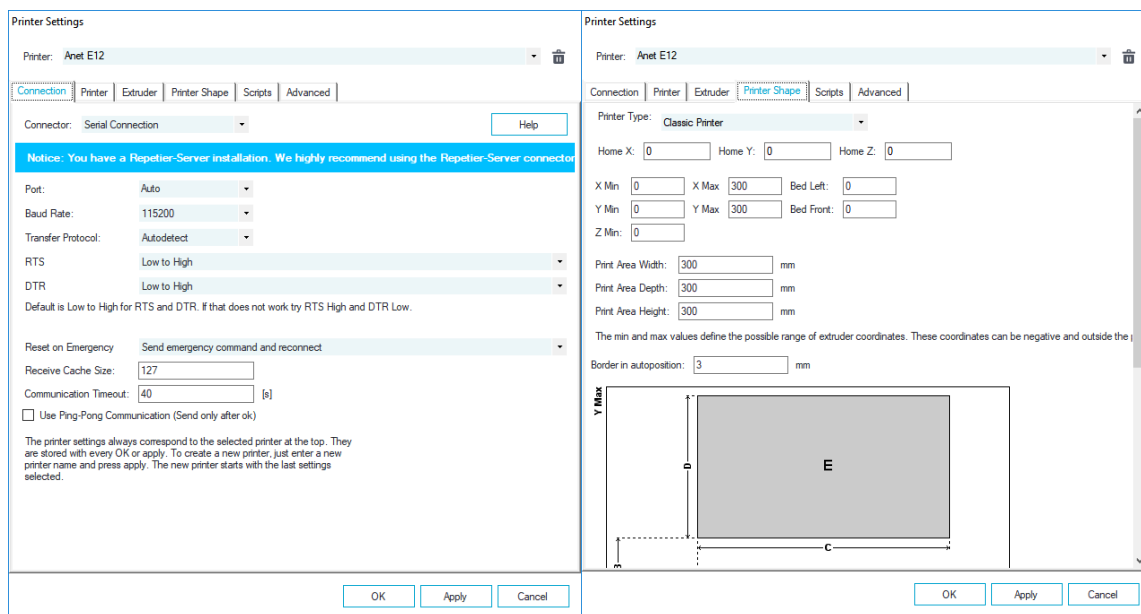
Фиг. 40

В менюто Manual Control (фиг.41) е възможно да се осъществи управление на 3D принтер, свързан към персоналния компютър. В менюто са предвидени възможности за ръчно управление на двигателите, за управление на температурата на екструдера и на масата на принтера, за задаване на скоростта на печат и контрол на количеството материал, който се екструдира.



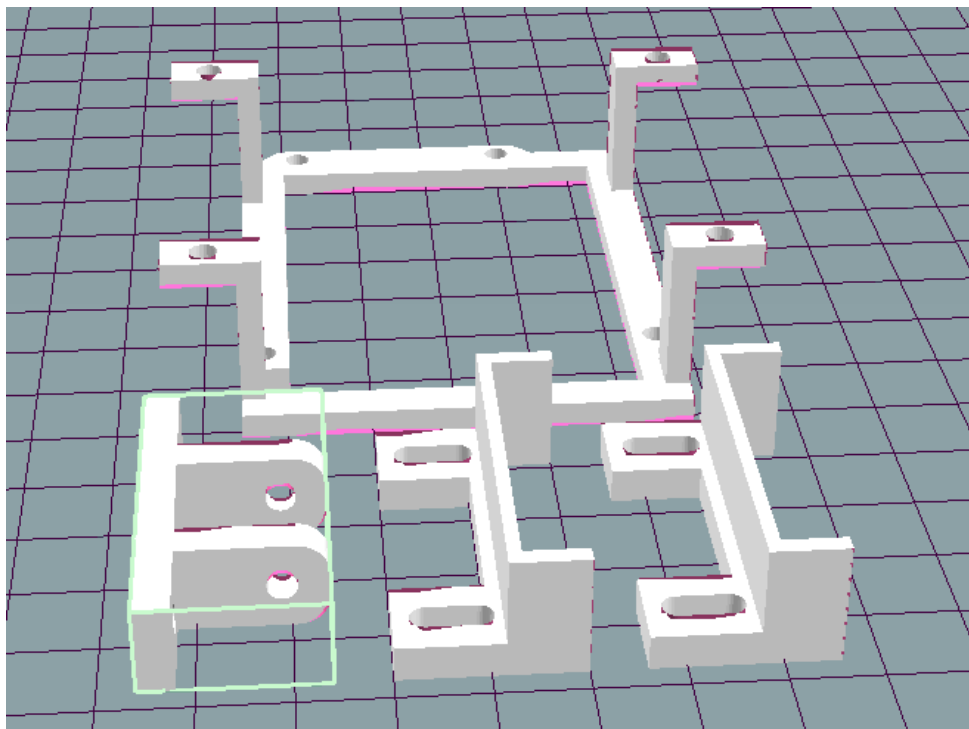
Фиг. 41

Програмата Repetier-Host дава възможност да се извършват и множество други настройки за задаване на параметри, свързани с конкретен модел 3D принтер. Тези настройки варират от задаване на начина на свързване до определяне на размерите на работната маса на принтера и точката за начално положение, спрямо която се осъществява ориентацията (фиг.42).



Фиг. 42

При разпечатването на триизмерните модели е възможно разполагане на повече модели на работната маса, ако има свободно място за това (фиг.43).



Фиг.43

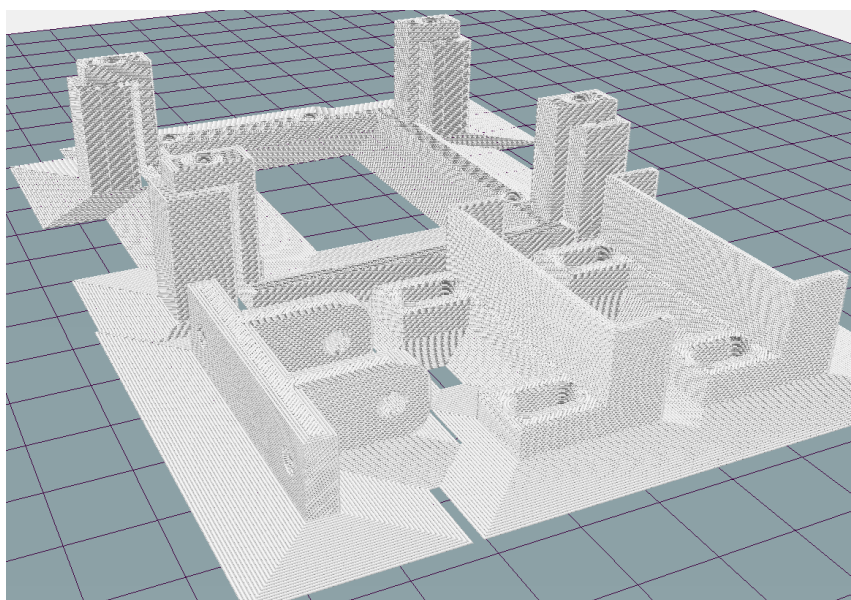


При детайли, които имат малка контактна повърхност с масата на принтера е възможно използвайки допълнително опции за по-добро прилепване „Brim” или „Raft“ да се гарантира тяхното устойчиво състояние по време на отпечатването. Също така при отпечатването могат да бъдат използвани поддържащи структури за части от детайлите, които могат да провиснат или не могат да бъдат отпечатани по друг начин (фиг.44).



Фиг. 44

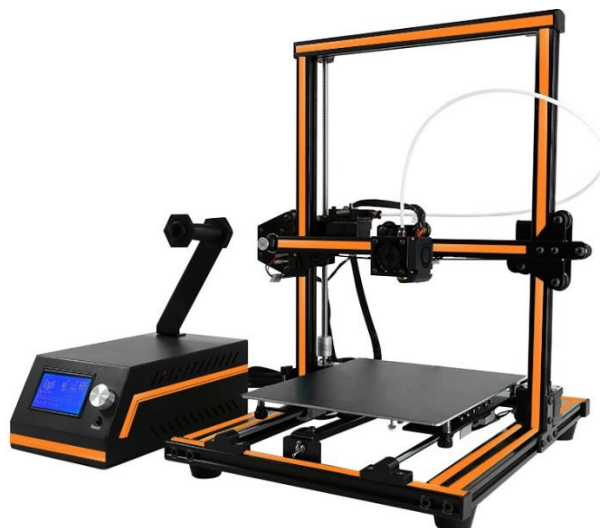
Отпечатването на детайлите от фиг. 43 при използването на допълнително прилепване и поддържащи структури придобива вида, показан на фиг.45.



Фиг. 45

Тъй като средата Repetier-Host дава възможност за конфигуриране на множество настройки и за свързване на различни модели принтери, то тя е изключително подходяща при работа с нискостойностни 3D принтери или такива, които са създадени индивидуално от потребителя.

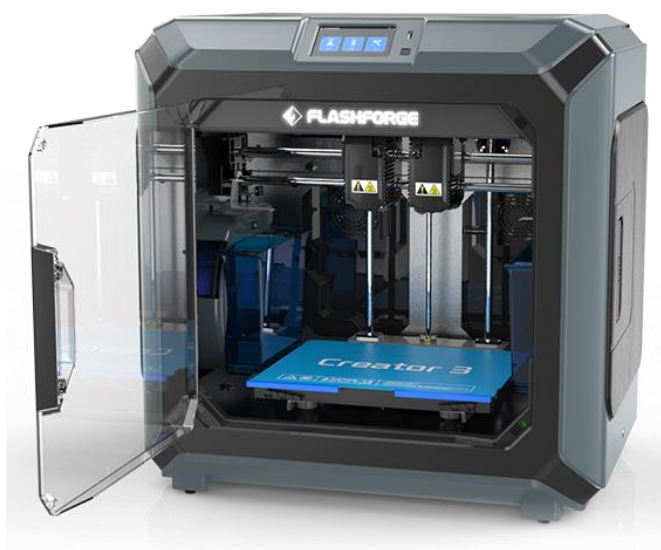
На пазара се предлагат голям брой 3D принтери, чиито характеристики силно варират в зависимост от техните габаритни размери, брой използвани екструдери, поддържани материали за печат и цена на устройството. За отпечатване на частите на представените по-горе мобилни роботи е използван един сравнително популярен и евтин 3D принтер, който може да бъде закупен онлайн – Anet E12 (фиг.46). Той се характеризира с размери на възможния обем при отпечатване 300x300x400 mm, размер на слоя – 0.1 mm, максимална температура за екструдирание – 260 °C.



Фиг. 46

2.Използване на програмата Flash Print

Ако е необходимо високо качество на отпечатваните детайли, в този случай е необходимо да се заложи на 3D принтер от утвърден производител с добри механични характеристики, а също така със затворена конструкция с цел поддържане на постоянна температура около отпечатвания детайл. Един такъв принтер е Flashforge Creator 3 (фиг.47).

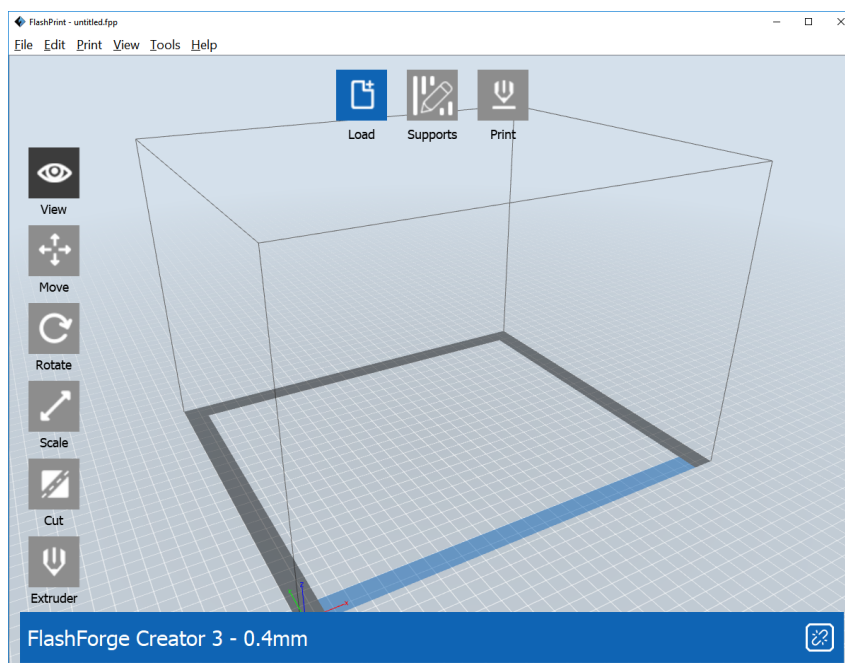


Фиг. 47

Основна характеристика на принтера се явява наличието на двоен екструдер, който може да се използва за отпечатването на поддържащ материал или за едновременно отпечатване на огледално копие на детайла.

Принтерът използва специализирания софтуер Flash Print (фиг.48). Софтуерът предлага минималистичен дизайн на менютата си и е направен да бъде максимално удобен за използване от потребителите.





Фиг. 48




В средата има три основни команди – за зареждане на файл за принтиране; за добавяне на поддържащи структури и за отпечатване на триизмерния детайл (фиг.49).






Фиг. 49

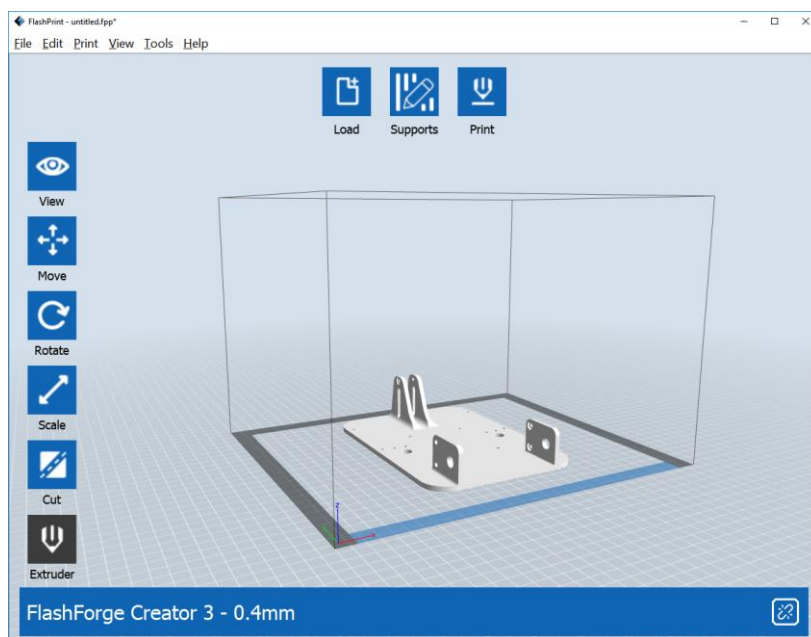
Отделно освен основните команди в средата има и команди, които се използват за първоначална подготовка на отпечатваните модели.

Таблица 1

Команда	Използване
 View	Използва се за изглед на 3D модела. Когато е активирана, командата позволява да се направи поглед към модела от различни ъгли.
 Move	Командата позволява да се извърши посредством влачене с мишката преместване на избран триизмерен модел по плоскостта XY. Също така командата позволява да се извърши позициониране на модела върху масата на принтера.
 Rotate	Командата дава възможност да се извърши ротация на избрания детайл по осите X,Y,Z, така че да се извърши неговото правилно позициониране спрямо работната маса на принтера.

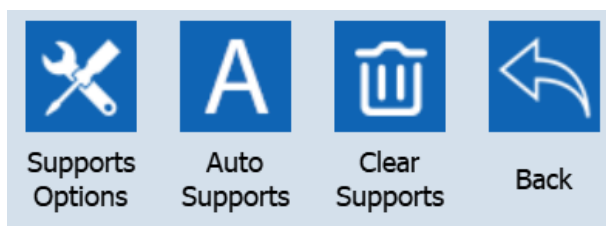
 Scale	С командата се извършва мащабиране на избрания детайл, като мащабирането може да се извърши едновременно по трите оси с еднакъв коефициент или индивидуално по всяка ос с различен коефициент на мащабиране
 Cut	С командата се дава възможност едно тяло да бъде разрязано на няколко части с оглед по-лесното му разположение върху работната маса.
 Extruder	Командата се използва за конфигуриране на екструдерите на 3D принтера. Може да се избира с кой екструдер, лъч или десен, да се извърши отпечатването, както и да се конфигурира огледално отпечатване с двата екструдера едновременно.

След избора на командата Load се посочва файла с обекта, който ще се отпечата. Софтуерът предлага разположение на обекта върху работната маса, което в много от случаите е добре подбрано и не е необходимо потребителя да извършва допълнителни действия по ориентация и позициониране (фиг. 50).



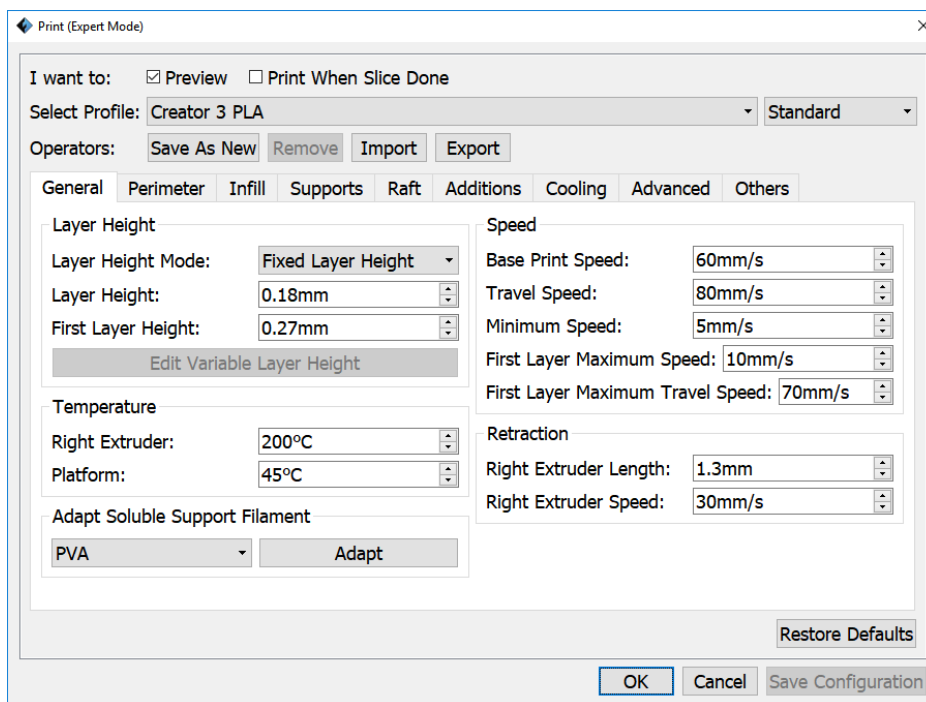
Фиг. 50

Ако е необходимо, с помощта на командата Supports се създават поддържащи структури. Активирането на командата отваря меню (фиг.51), в което е възможно да се избере типа на поддържащите структури. С натискането на командата Auto Supports програмата автоматично генерира поддържащите структури, там където е необходимо.



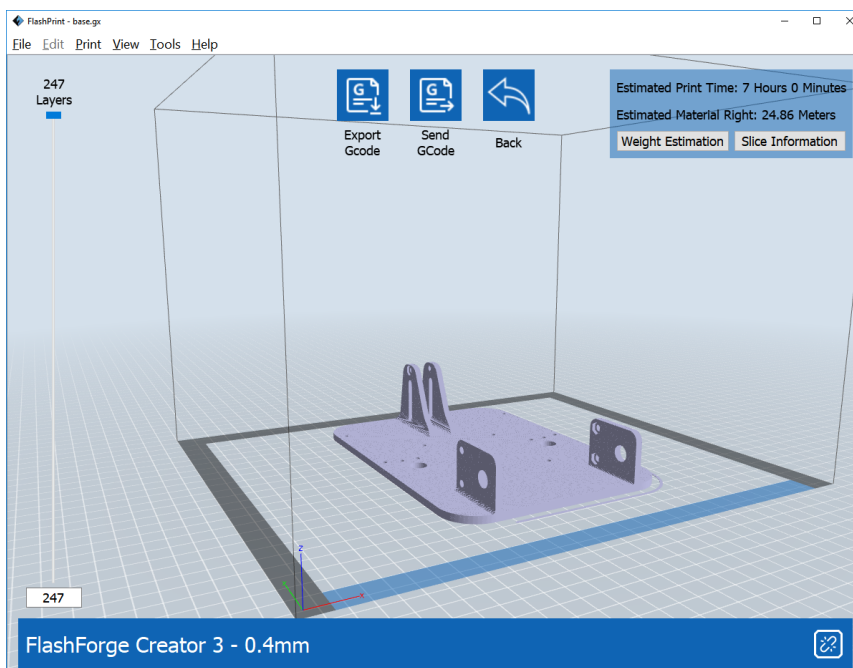
Фиг. 51

След избор на командата Print (фиг. 49) се отваря меню (фиг.52), в което могат да се конфигурират параметрите на отпечатването. Тук се задават височината на слоевете, температурата на отпечатване, наличието на „brim” и „raft” структури, скоростите на печат и други. На базата на тези настройки се осъществява и т.нар. „слайсване“ на 3D модела.



Фиг. 52

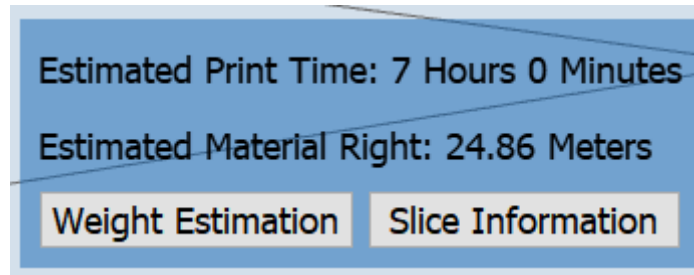
След процеса на „слайсване“, в основния прозорец се появява изглед от симулирано отпечатване и е възможно потребителят да експортира G код за управление на принтера и отпечатване на детайла (фиг.53).



Фиг. 53



Програмата изчислява и времето, за което ще се извърши отпечатването, както и необходимото количество материал за това (фиг.54).



Фиг. 54

С активирането на командата Export (фиг.55) кодът може да се запише във файл, който след това да се използва за принтиране на детайла.

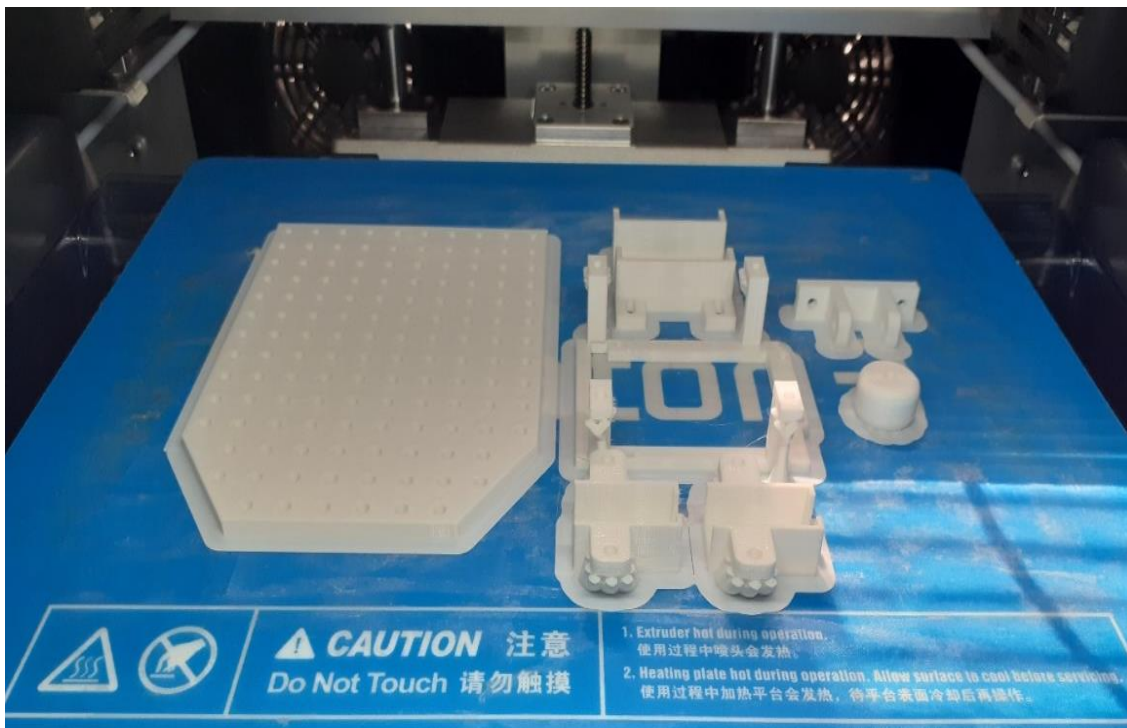


Фиг. 55



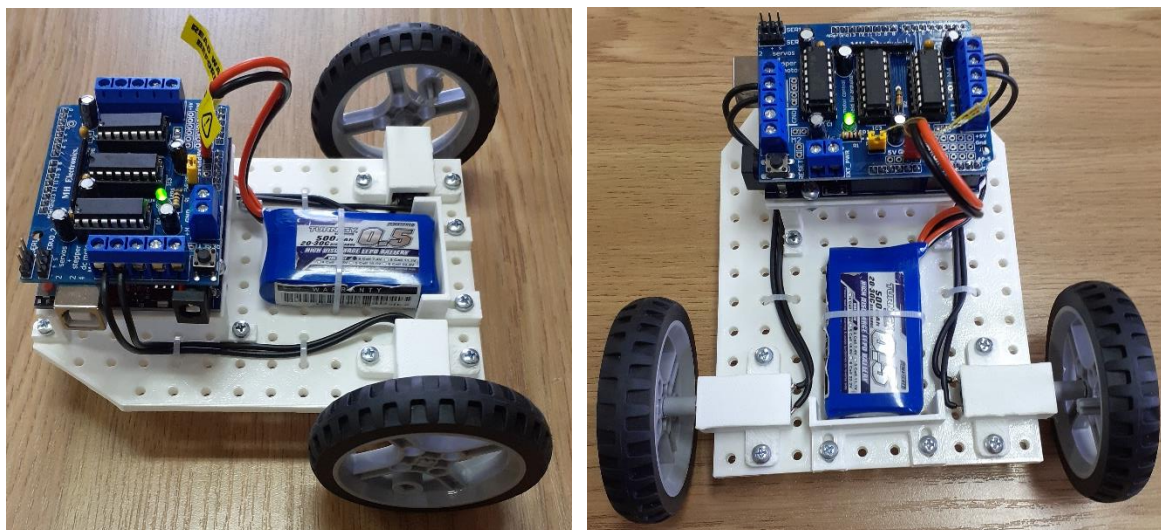
III. Сглобяване на принтираните части

След като частите за мобилния робот са отпечатани (фиг.56), е необходимо те да бъдат свалени от масата на принтера и ако е необходимо да бъдат почистени и премахнати поддържащите структури.



Фиг. 56

Следвайки триизмерния модел на мобилния робот се осъществява сглобяване на отделните части. Към платформата на робота се добавя и управляващата електроника (фиг.57).

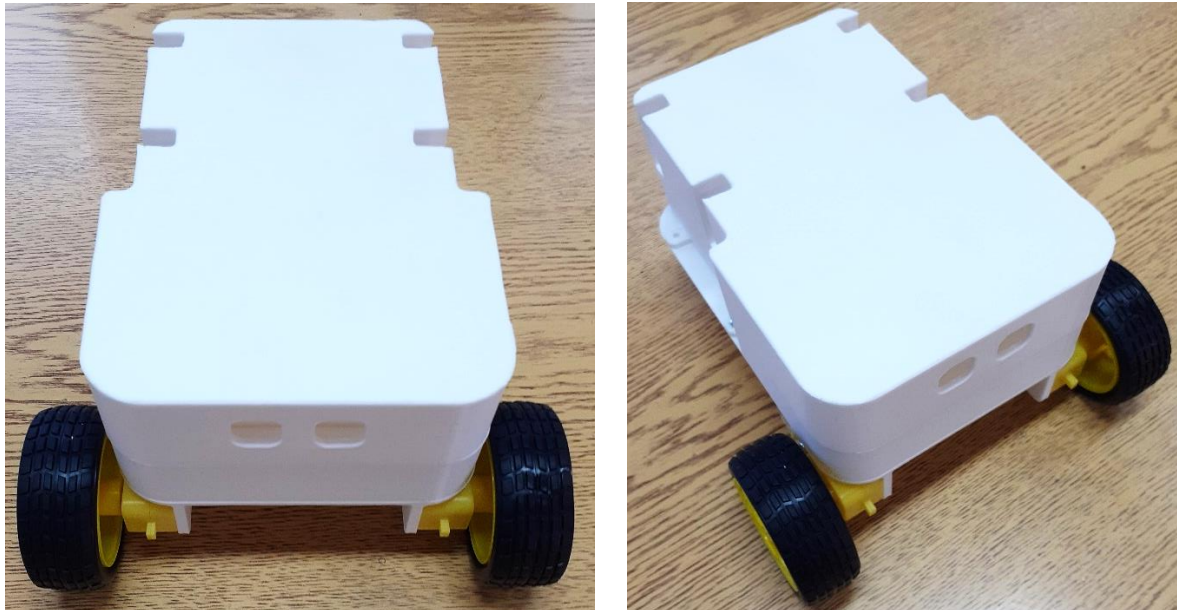


Фиг. 57

Сглобяването на конструкцията на втория робот (фиг.58) се осъществява последователно, като кабелите за захранване, както и тези за управление на моторите се прекарват през предвидените за целта отвори. Електронната управляваща платка се прихваща с винтове



към платформата на робота, като използваната батерия се прикрепва стабилно с помощта на кабелни връзки.



Фиг. 58

След като мобилните роботи бъдатглобени, се пристъпва към създаване на управляващия ги софтуер и тяхното последователно „оживяване“.

За тестване на работата на роботите, могат да бъдат използвани програми, написани за Arduino. Примерна такава програма за управление на първия робот в среда Arduino IDE е представена по-долу:

```
// Declaration of used library
#include <AFMotor.h>

// Definition of used motors, controlled by the Arduino shield
AF_DCMotor motor1(1);
AF_DCMotor motor2(4);

// Initialization of the system
void setup() {
  motor1.setSpeed(200);
  motor2.setSpeed(200);
  motor1.run(RELEASE);
  motor2.run(RELEASE);
}

// Main program loop
```




```

void loop() {
  // Set motor speed
  motor1.setSpeed(200);
  motor2.setSpeed(200);

  // Move robot forward
  motor1.run(FORWARD);
  motor2.run(FORWARD);
  delay(1000);
  // Stop robot movement
  motor1.run(RELEASE);
  motor2.run(RELEASE);
  delay(1000);

  // Move robot backward
  motor1.run(BACKWARD);
  motor2.run(BACKWARD);
  delay(1000);
  // Stop robot movement
  motor1.run(RELEASE);
  motor2.run(RELEASE);
  delay(1000);

  // Rotate robot left
  motor1.run(FORWARD);
  motor2.run(BACKWARD);
  delay(1000);
  // Stop robot movement
  motor1.run(RELEASE);
  motor2.run(RELEASE);
  delay(1000);

  // Rotate robot right
  motor2.run(FORWARD);
  motor1.run(BACKWARD);

```




```
    delay(1000);  
  // Stop robot movement  
  motor1.run(RELEASE);  
  motor2.run(RELEASE);  
  delay(1000);  
}
```

Демонстрационната програма извършва базови движения - напред, назад, завъртане на ляво и на дясно. Подобна програма може да бъде реализирана и за „оживяването“ на втория тип мобилен робот.

След като роботите бъдат „оживени“, може да се пристъпи към програмирането на съответните действия, които трябва да се извършат в зависимост от решаваната задача.

В процеса на работа, към роботите могат да се добавят допълнителни сензори, посредством които управлението им да стане по-интелигентно и адаптивно към измерваните със сензорите параметри на средата.



Заклучение

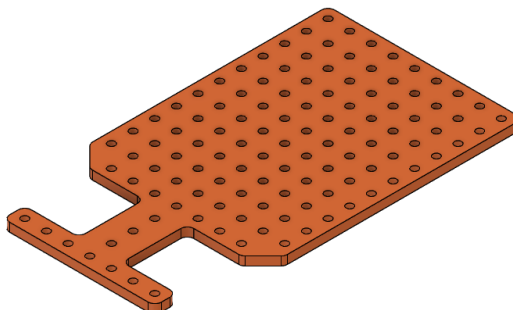
В настоящето ръководство е разгледана последователността от стъпки при създаването и отпечатването на мобилни роботи, които са насочени за първоначално обучение по роботика за ученици от средните училища. Без да претендира за изчерпателност, ръководството демонстрира с примери създаването на мобилни роботи с помощта на широко разпространения софтуер Fusion 360 за 3D моделиране. Реализираните конструкции лесно могат да бъдат възпроизведени самостоятелно от учениците, използвайки основните команди за дизайн на средата Fusion 360. Освен това отделните части на мобилните роботи са проектирани така, че тяхното отпечатване на 3D принтер да може да се извърши от хора начинаещи в областта на 3D принтирането, без необходимост от допълнителни доработки на моделите.

Основната надежда е, че настоящето ръководство ще запали искрата в подрастващите към технологиите и ще ги стимулира да търсят нови знания и усъвършенстват своите компетенции в областта на роботиката.

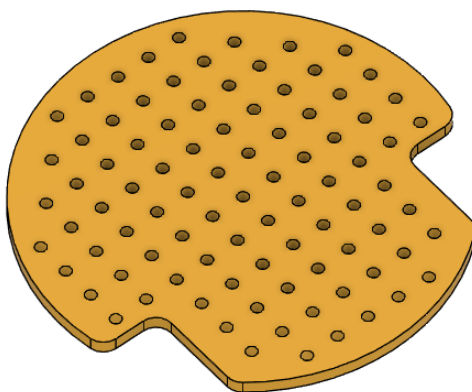


Задачи за самостоятелна подготовка

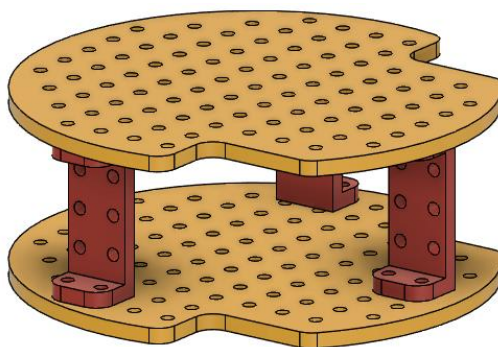
1. Разработете платформа за мобилен робот, подобна на представената на следващата фигура:



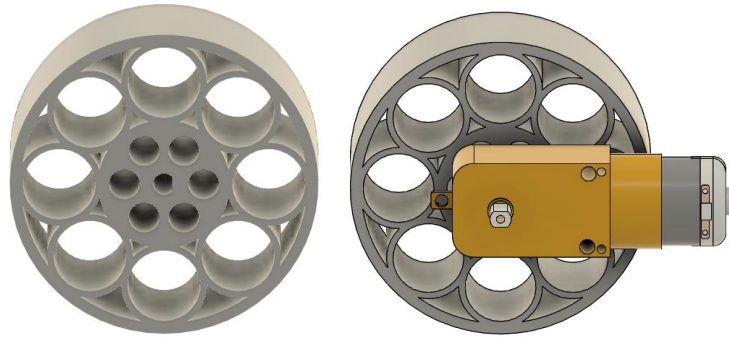
2. Разработете платформа за мобилен робот, подобна на представената на следващата фигура:



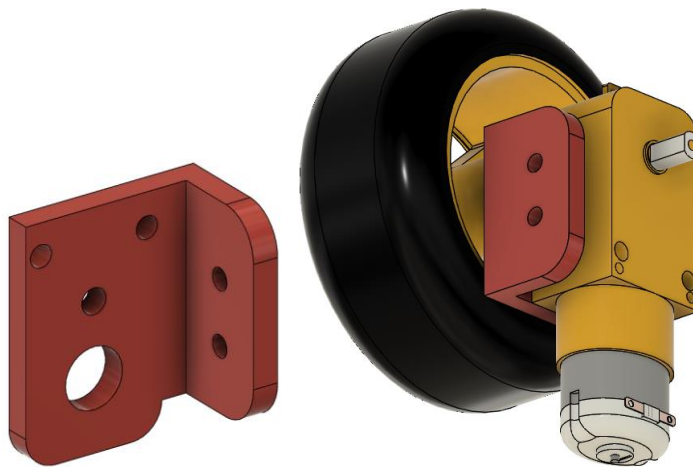
3. Размножете представената по-горе платформа и добавете свързващи елементи, за да получите конструкцията от следващата фигура:



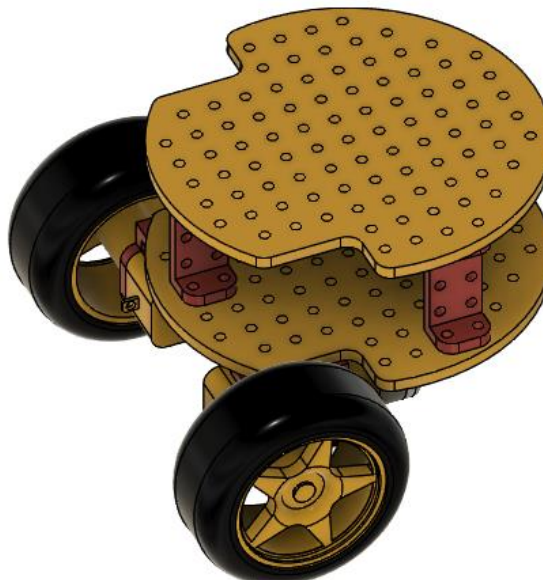
4. Разработете собствен модел колело за мобилен робот, което да може да бъде свързано към постоянно токов мотор. Пример за такова колело и неговото свързване към двигателя е представено на следващата фигура:



5. Разработете скоба за свързване на мотора към платформата на мобилния робот. Скобата може да има вид подобен на показания на следната фигура:



6. Сглобете от направените в зад.3 и зад. 5 елементи следната конструкция, като включите и постояннотокови двигатели:



7. За опора на робота може да се използва предназначено за целта сферично опорно колело, представено по-долу:

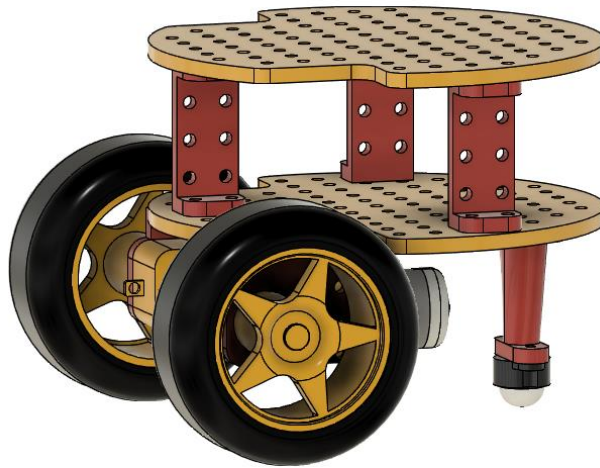




Разработете опора на колелото към платформата, която може да има вид подобен на представения на следната фигура:



8. Сглобете целия модел на платформата:



9.

