Второй отборочный этап

Индивидуальная часть

Задача II.1.0.1. Задача на Python + ROS (65 баллов)

Условие

Вы получаете созданный организаторами файл «мира» для симулятора ROS Gazebo. В данном мире присутствует стенка. Так же вы получаете launch файл, который запускает мир со стенкой и помещает в него робота turtlebot3 burger.

Задание

Необходимо написать программу на Python, которая будет управлять роботом Turtlebo3 Burger и подведет его перпендикулярно к стенке на расстояние ровно 50 см. (от центра лидара). Под перпендикулярно, понимается такое положение робота при котором вектор TF оси х робота, перепендикулярен поверхности стены. Перед запуском мы изменим положение робота и стены, таким образом чтобы он примерно смотрел в направлении стены, но какое расстояние до стены и какой угол поворота будет у робота и у стены участнику неизвестно. Т.е. задача должна быть решена в общем случае, а не для конкретного расположения робота.

Подготовка

- Вам необходимо установить ROS Melodic под Ubuntu 18.04.
- Установите turtlebot3_simulations. sudo apt install ros-melodic-turtlebot3-simulations ros-melodic-turtlebot3-description
- Скачайте файлы wall.world и wall.launch https://yadi.sk/d/s4vteZQdv_lo8Q? w=1.
- Поместите launch файл в директорию launch куда установился пакет turtlebot3_gazebo.
- Поместите wall.world в директорию worlds пакета turtlebot3_gazebo.
- Укажите модель робота turtlebot3 burger. export TURTLEBOT3 MODEL=burger
- Запустите launch файл как часть пакета turtlebot3_gazebo. roslaunch turtlebot3_gazebo wall.launch
- Убедитесь, что робот и стенка появились в симуляторе.
- Напишите программу на питоне, в соответствии с Заданием.
- Убедитесь что она работает корректно.
- Пришлите ее в ответ на этот урок.

Проверка

На тестовом стенде уже будет включен газебо, и в тестовый мир будет заспавнен такой же робот как и у вас в задании. Вам не надо настраивать окружение или делать пакет для ROS, который будет запускать это все. Только чистая программа на python.

Оценки

- Программа запустилась без ошибок 5 баллов.
- Робот поехал хоть куда-нибудь 20 баллов.
- Робот подъехал к стене и остановился в 50 см от нее (+- 5% погрешность) 40 баллов.
- Робот подъехал к стене и остановился в 50 см от нее (+- 5% погрешность) перпендикулярно 65 баллов.

Решение

Эталонное решение представляло собой программу написанную на Python. Один из вариантов реализации алгоритма управления представлен ниже:

#!/usr/bin/env python3

```
import rospy
import time
from sensor_msgs.msg import LaserScan
from geometry_msgs.msg import Twist
rospy.init_node('onti')
pub = rospy.Publisher('/cmd_vel', Twist, queue_size=10)
res = 1
global length, x, y, move, ugol
length = 1
x = 0
y = []
ugol = []
move = []
def re_msg(msg):
    global length, y, move, ugol
    y = msg.ranges
    ind = 10
    while ind < 16:
        if y[len(y) - ind] == float('inf') or y[ind] == float('inf'):
            move.append(ind)
            move.append(len(y) - ind)
        else:
            move.append(round(y[ind], 2))
            move.append(round(y[len(y) - ind], 2))
        ind += 1
    ugol = move
```

```
move = []
    if msg.ranges[0] == float('inf'):
       pass
    else:
        length = msg.ranges[0]
sub = rospy.Subscriber('/scan', LaserScan, re_msg)
def main():
    pub_velos = Twist()
    global length, x
    if length > 0.5:
        pub_velos.linear.x = 0.1
        pub.publish(pub_velos)
        if length < 0.7:
            pub_velos.linear.x = 0.09 * (length - 0.5) * 1.4
            pub.publish(pub_velos)
    else:
        pub_velos.linear.x = 0
        pub.publish(pub_velos)
        time.sleep(0.2)
        print('Paccтояние до стенки: ', round(length, 3), 'm', sep='')
        exit()
def start():
    rospy.sleep(0.3)
    pub_vel = Twist()
    while True:
        if ugol[0] == ugol[1] or ugol[2] == ugol[3] or ugol[4] == ugol[5]:
            break
        print(ugol[0], ugol[1])
        pub_vel.angular.z = 0.1
        pub.publish(pub_vel)
    print(ugol)
    pub_vel.angular.z = 0
    pub.publish(pub_vel)
while not rospy.is_shutdown():
    if res == 1:
        start()
        res += 1
    else:
        main()
    rospy.sleep(0.2)
```

Задача II.1.0.2. Задача на Arduino + ROS (45 баллов)

Условие

Вы получаете созданный организаторами пакет контроля столкновений для Робота TurtleBro (www.turtlebro.ru).

Задание

Необходимо написать программу для Arduino Mega установленном на роботе, которая будет управлять полезной нагрузкой робота Turtlebro в зависимости от ответа от сервиса пакета контроля столкновений и будет реализовывать следующую логику в цикле:

- 1. Если кнопка подключенная к pin24 Arduino нажата И робот движется, то необходимо вызвать cepвиc er_obstacle_control на роботе и получить от него ответ о существенности препятствия.
- 2. Если ответ от сервиса «О», то препятствие несущественное и никаких действий предпринимать не надо.
- 3. Если ответ от сервиса «l», то перпятствие существенное и необходимо зажечь сигнальную лампу подключенную к pin13 Arduino на 1 секунду.
- 4. Если кнопка подключенная к pin24 Arduino нажата И робот не движется, то вызвать сервис не надо и никаких действий предпринимать не надо.

Подготовка

- Вам необходимо установить ROS Melodic под Ubuntu 18.04.
- Вам необходимо установить пакет er_obstacle_control (https://github.com/ voltbro/er_obstacle_control.git).
- Вам необходимо установить Arduino IDE или создать программу любым удобным вам способом.
- Напишите программу для Arduino Mega, в соответствии с Заданием.
- Убедитесь что она работает корректно.
- Пришлите ее в ответ на этот урок.

Оценки

- Программа запустилась без ошибок 5 баллов.
- Программа вызвала сервис 20 баллов.
- Программа вызвала сервис корректно (т. е. в соответствии с логикой задания) — 30 баллов.
- Программа отработала ответ сервиса 30 баллов.
- Программа отработала ответ сервиса корректно (т. е. в соответствии с логикой задания) 45.

Решение

Эталонное решение представляло собой программу написанную на C++, один из вариантов исходного кода алгоритма решающего данную задачу представлен далее:

```
#include "ros.h"
#include "er_obstacle_control/Er.h"
#include "sensor_msgs/JointState.h"
```

```
using er_obstacle_control::Er;
unsigned long DELAY = 1e3;
const int SIGNAL_LAMP_PIN = 13;
const int BUTTON_PIN = 24;
float MIN_DIFF = 1e-2;
float joint_state[] = {0.0, 0.0};
float last_joint_state[] = {0.0, 0.0};
void store_joint_state(const sensor_msgs::JointState& msg) {
  last_joint_state[0] = joint_state[0];
  last_joint_state[1] = joint_state[1];
  joint_state[0] = msg.position[0];
  joint_state[1] = msg.position[1];
}
bool is_moving() {
  float diff1 = abs(joint_state[0] - last_joint_state[0]);
  float diff2 = abs(joint_state[1] - last_joint_state[1]);
  return diff1 > MIN_DIFF || diff2 > MIN_DIFF;
}
class NewHardware : public ArduinoHardware
ł
  public:
  NewHardware():ArduinoHardware(&Serial1, 115200){};
};
ros::NodeHandle_<NewHardware> nh;
ros::ServiceClient<Er::Request, Er::Response> client("obstacle_controller");
ros::Subscriber<sensor_msgs::JointState> sub("/joint_states", store_joint_state);
unsigned long last_lamp_time = 0;
int button = 0;
// защита от ложного срабатывания при старте
bool lamp_was_turned_on = false;
void setup() {
  pinMode(SIGNAL_LAMP_PIN, OUTPUT);
  pinMode(BUTTON_PIN, INPUT);
  nh.initNode();
  nh.serviceClient(client);
  nh.subscribe(sub);
  while (!nh.connected()) nh.spinOnce();
  nh.loginfo("Startup complete");
}
void loop() {
  button = digitalRead(BUTTON_PIN);
  if (!lamp_was_turned_on || (millis() - last_lamp_time > DELAY)) {
    digitalWrite(SIGNAL_LAMP_PIN, LOW);
    if (button == HIGH && is_moving()) {
      Er::Request req;
      Er::Response res;
      req.er_event_request = 1;
```

```
client.call(req, res);
if (res.resp == "1") {
    last_lamp_time = millis();
    nh.loginfo("turning on signal lamp");
    lamp_was_turned_on = true;
    }
    }
}
else {
    digitalWrite(SIGNAL_LAMP_PIN, HIGH);
}
nh.spinOnce();
}
```

3D-моделирование в САПР

Полезные ссылки и инструкции

Как и на чём моделировать?

Для 3D моделирования технических деталей и конструкций используется специальный класс программного обеспечения, так называемые "системы твердотельного параметрического моделирования". В этом тексте мы будем называть их аббревиатурой САПР (Системы Автоматизированного ПРоектирования), хотя на самом деле этот термин имеет гораздо более широкое применение (например, существуют САПР для разработки печатных плат или моделирования одежды).

Все такие параметрические САПР имеют сходный процесс моделирования и сходный набор операций. Все они обеспечивают точное задание размеров и геометрических соотношений (зависимостей, привязок) внутри эскизов. Все они обеспечивают создание как отдельных деталей, так и сборочных моделей, в которых детали можно связать между собой и задать их относительное перемещение.

Хотя в этом документе решения проиллюстрированы в онлайн САПР OnShape и в Autodesk Inventor, ни одна из задач в этом задании не требует использования какойто определенной САПР. И если вы еще не выбрали себе САПР для моделирования, то сейчас самое время этим заняться. Есть несколько серьезных промышленных САПР, производители которых бесплатно предоставляют учебные лицензии:

- Autodesk Inventor (инструкция по установке: https://bit.ly/o3d_install_ inventor). Полноценный промышленный САПР, мощный и удобный. Учебная лицензия не имеет функциональных ограничений.
- Autodesk Fusion 360. Это "младший брат" Autodesk Inventor, с облачным хранением данных. Более красивый и современно выглядящий, но несколько "затупленный" функционально ряд продвинутых приемов моделирования, доступных в Autodesk Inventor, не поддерживаются в Autodesk Fusion 360. Учебная лицензия без функциональных ограничений (https://bit.ly/o3d_f360).
- **PTC Creo Parametric**. Ещё один полноценный промышленный САПР, довольно часто используемый в российских школах и кружках. Учебная версия: https://bit.ly/o3d_creo.
- Siemens SolidEdge. Также полноценный промышленный САПР

Учебная версия: https://sie.ag/2ZatMs1.

- Компас 3D. Самый распространённый САПР отечественного производства. Получение учебной версии требует предоставления справки из школы. Кроме (почти полноценной) "учебной" версии, есть ещё свободно доступная без всяких условий версия Компас LT. Ею пользоваться не следует, потому что LT имеет существенные ограничения (например, нет работы со сборками). Учебная версия: https://kompas.ru/kompas-educational/about/.
- **T-Flex CAD**. Еще один отечественный САПР. Бесплатная учебная версия пригодна для использования, но имеет ряд ограничений, в частности, она не может экспортировать модели в формате STEP. Учебная версия: https://www.tflexcad.ru/download/t-flex-cad-free/.
- FreeCAD. Это бесплатный САПР с открытым кодом. Скорее всего, достаточен для выполнения этих заданий, но, по мнению автора этого текста, имеет крайне "оригинальный" (в смысле, запутанный и неудобный) интерфейс, сильно отличающийся от всех промышленных САПР'ов. Не рекомендуется к использованию.
- (Есть еще очень крутой SolidWorks, но у них вы бесплатную лицензию не получите, так что считайте, что мы вам об этом не говорили...)

И наконец, **OnShape**! Новый персональный фаворит автора этого текста - онлайн-САПР **OnShape**.com. Он красив, удобен, работает из браузера и не требует установки, имеет версии для мобильных устройств под Android и iOS, полностью покрывает не только потребности этого курса, но и любого школьного инженерного проекта. Особенно хорош для нерегулярного домашнего использования - именно потому, что не требует установки.

Любой из этих САПР (в дополнение к вашим "включенным мозгам") более чем достаточен, чтобы не только выполнить задания этого теста, но и смоделировать все, что вам может потребоваться применительно к конструкторской части выбранных вами профилей ОНТИ или технических проектов.

На чём не следует моделировать.

Для решения задач из этого задания, как и вообще для технического 3D моделирования, не следует использовать полигональные редакторы, такие как Blender, 3D Мах и им подобные, предназначенные для художественного 3D моделирования. Не помогут вам также и упрощенные "как бы САПР", такие как TinkerCAD или SketchUp.

Общее понимание и стереометрическое мышление

Задача II.2.2.1. Разминка (1 балл)

Задачки из "Теста Беннета".



Для каждой из картинок выберите ответ (A, B или C). Вопросы легкие, поэтому баллы зачисляются, только если вы ответили правильно на все 3 вопроса.

- 1. Какой из грузов, А или В, легче двигать? (Легче двигать А / Легче двигать В / Одинаково).
- 2. С каким шариком столкнется шарик X, если его ударить о преграду в направлении, указанном сплошной стрелкой? (С шариком А / С шариком В / С шариком С).
- 3. Какая из машин с жидкостью в бочке тормозит? (Машина A / Машина B / Машина C).

Решение

Эти задачки настолько просты, что их как-то даже неловко комментировать. Мы уверены, что все участники успешно справились с ними.

- 1. В варианте (A) верёвка, которой тянут санки, перекинута через блок. Блок уменьшает в 2 раза пройденное санками расстояние, зато удваивает силу. Очевидно, таким способом санки тянуть легче.
- 2. Для для упругого тела, удаляющегося о преграду, угол отражения равен углу падения. Такому условию очевидно удовлетворяет траектория шарика, ведущая к положению (В).
- 3. Машина тормозит, а жидкость в бочке старается сохранить свое движение, поэтому поверхность жидкости оказывается наклоненной вперед, как показано на варианте (C).

Ответ: 1 - Легче двигать А; 2 - С шариком В; 3 - Машина С.

Задача П.2.2.2. Проекции (2 балла)

Имеется 4 похожих детали:



По этим деталям построены проекционные виды. Определите, какая проекция к какой детали относится:



- 1. Деталь А.
- 2. Деталь В.
- 3. Деталь С.
- 4. Деталь D.
- а. Проекция 4.
- б. Проекция 3.
- в. Проекция 2.
- г. Проекция 1.

Решение

Рассмотрим поочередно каждую из проекций:

Проекция 1 имеет два отдельных выступа в нижней части, следовательно, она может соответствовать только объектам С или D. У объекта D выступы расположены симметрично, однако на проекции обозначенная стрелкой линия имеется только справа, что исключает объект D. Таким образом, 1 - С.



Проекция 2 соответствует одному из объектов с непрерывным выступом снизу, то есть А или В. Однако показанная стрелкой линия может соответствовать только объекту А. Объект В ни в одной из проекций такой линии иметь не будет. Таким образом, **2 - А**.



Проекция 3 может соответствовать только объекту D, поскольку только у него выступ занимает лишь половину нижней части. Таким образом, **3 - D**.



Проекция 4 может соответствовать только оставшемуся объекту B, что и подтверждается при подробном рассмотрении этого объекта. **4** - **B**.

При использовании такого метода исключений, рекомендуется всё-таки проверять соответствуют ли проекция оставшемуся "правильному", по вашему мнению, объекту.

Ответ: 1 - в, 2 - а, 3 - г, 4 - б.

Задача II.2.2.3. Геометрия сечений (3 балла)

Имеется модель рупора, и в ней построено несколько плоскостей, обозначенных числами.



По этим плоскостям получили 6 сечений:



Для каждого сечения укажите соответствующую секущую плоскость:

- 1. Плоскость 1.
- 2. Плоскость 2.
- 3. Плоскость 3.
- 4. Плоскость 4.
- 5. Плоскость 5.
- 6. Плоскость 6.
- а. Сечение А.
- б. Сечение В.
- в. Сечение С.
- г. Сечение D.
- д. Сечение Е.
- е. Сечение F.

Решение

Это задачки легко решается "на здравом смысле", но желающие могут дополнительно посмотреть в Википедии статью про "конические сечения".

Сечение А сделано плоскостью, идущей параллельно оси рупора или под небольшим углом к ней, и пересекающей стенку цилиндрической части. Этим условиям соответствует только плоскость 5.

Сечение В состоит из двух эллипсов, которые могли образоваться только как сечение ручки. Единственная плоскость, которая пересекает ручку, но не проходит через сам рупор, это плоскость 6.

Сечение С образовано плоскостью, проходящей через самый край рупора. Такая плоскость здесь - это только плоскость 1.

Сечение D образовано плоскостью, пересекающей рупор ближе к его широкой части под небольшим углом. Это, очевидно, может быть только плоскость 2.

Сечение Е образовано плоскостью, проходящей перпендикулярно через узкую часть рупора и отсекающую кусок ручки. Это может быть только плоскость 3.

Сечение F похоже на сечение E, однако не содержит контура ручки. Это сечение образовано плоскостью 4, которая параллельна плоскости 3, но проходит чуть дальше нее.

Ответ: 1 - в, 2 - г, 3 - д, 4 - е, 5 - а, 6 - б.

Задача П.2.2.4. Найдите ось вращения (3 балла)

Каждое из показанных справа тел было получено из представленного слева эскиза путем вращения плоской фигуры вокруг одной из указанных осей.



Укажите правильное соответствие между осями вращения и полученными телами:

- 1. Ось А.
- 2. Ось В.
- 3. Ось С.
- 4. Ось D.
- 5. Ось Е.
- а. Тело 1.
- б. Тело 2.
- в. Тело 3.
- г. Тело 4.
- д. Ось не использовалась.

Решение

Чтобы решать такого рода задачи, попробуйте сначала найти на вращаемом контуре какой-либо характерный элемент. Для удобства пояснений, обозначим элементы эскиза буквами X, Y и Z. В данном случае, характерным элементом является дуга Y. Рассмотрим последовательно каждое из тел:



У **Тела 1** криволинейная часть, образованная дугой Y, находится снаружи. Это значит, что на эскизе ось вращения находится по другую сторону контура от дуги Y. Также отметим, что центральная полость имеет цилиндрическую (или близкую к цилиндрической) форму. Это означает что ось вращения параллельна стороне Z. Это может быть только ось D.

У **Тела 2** криволинейная поверхность снизу, а внутренняя полость имеет форму конуса и сходится в точку. Очевидно, что осью вращения является линия, пересекающаяся с концом дуги Y. Это может быть только ось E.

У **Тела 3** дуга Y образует поверхность, подобную чаше. Это означает, что ось вращения перпендикулярна (или почти перпендикулярна) одному из концов дуги Y. Это может быть только **ось A**.

Тело 4 похоже на тело 1, за исключением того, что внутренняя полость имеет коническую форму. Ось вращения должна подходить под острым углом к отрезку X и пересекаться с ним. Это может быть только **ось C**.

Таким образом, мы определили все оси вращения, кроме **оси В**. Как оказалось, она не используется в данном примере для создания тел.

Ответ: 1 - в, 2 - д, 3 - г, 4 - а, 5 - б.

Чтение чертежей и терминология

Задача П.2.3.1. Проекционные связи (2 балла)

Деталь надо представить на.чертеже тремя проекциями и изометрией:



Выберите, какие из приведенных ниже видов должны быть поставлены в позиции "Проекция 1" и "Проекция 2" .



- 1. В позицию "Проекция 1" нужно поставить (Вид
А/Вид В/Вид С/Вид
D/Вид Е).
- 2. А в позицию "Проекция 2" нужно поставить (Вид А / Вид В / Вид С / Вид D / Вид Е).

Решение

Если непонятно как решать эту задачу, смело гуглите "проекционная связь" или "расположение видов на чертеже". Вы можете получить подсказку, похожую на показанную ниже:



Вид, находящийся в центре этой развертки, называется *главным* видом. Как ни странно, вид находящийся *справа* от главного вида называется видом *слева*! А вид, находящиеся *слева* от главного вида, называется видом *справа*! Точно так же и вид, находящийся *сверху* от главного, называется видом *снизу*, а вид *снизу* от главного называется видом *сверху*.

На самом деле в этом нет почти ничего парадоксального. Действительно, когда мы смотрим на деталь *слева*, деталь как бы проецируется на экран, находящийся *справа* от нее, и наоборот.

Таким образом, **"Проекция 2"** в этой задаче является видом слева. И посмотреть на эту деталь *слева*, то мы увидим цилиндрический выступ детали с *правой* стороны. Это, очевидно, **вид Е**.

Аналогично, "Проекция 1" - это вид *сверху*, а если мы посмотрим на эту деталь сверху, то увидим то, что изображено на **вид В**.

Ответ: 1 - Вид В, 2 - Вид Е.

Задача II.2.3.2. (2 балла)

По размерам, имеющимся на чертеже (все размеры даны в мм), определите диаметр D:



Вычислите D (целое).

Решение

Это типичная задача на цепочку размеров. Чтобы её решить, мы начинаем с известного размера, то есть - внутреннего диаметра 22 мм, получаем радиус 11 мм, затем "ползем" по контуру детали, добавляя или отнимая очередной размер. При этом составители задачи пытаются вас запутать, указывая размеры в разных местах, либо используя треугольники (фаски) и скругления по радиусу. Все фаски здесь имеют угол 45 градусов и, следовательно, равные высоту и ширину. Точно так же работают скругления по радиусу.



На рисунке выше показан порядок обхода размеров детали. И вот что у нас получается:

$$D = \left(\frac{22}{2} + 5 + 13 + 5 \text{ (фаска)} + 3.5 \text{ (радиус)} + 7.5 - 5 \text{ (радиус)} - 9 - 7 \text{ (фаска)}\right) \cdot 2 = 48 \text{ мм}$$

Обратите внимание, как, например, ширина правой фаски в свою очередь вычисляется через цепочку размеров (52 - 22 - 23 = 7 мм).

Ответ: 48.

Задача П.2.3.3. (2 балла)

На этом чертеже неправильно указан один из размеров:



Найдите неверный размер и введите для него правильное значение, указав букву размера и верное значение в формате «буква размера>=<размер>" (например A=24). Если неправильным может быть один из нескольких размеров, указывайте (с правильным значением) любой из них.

Решение

Вам нужно искать избыточные цепочки размеров, где указаны как размеры внутри цепочки, так и общий размер, который должен являться их суммой. Строго говоря, такие избыточные размеры на чертеже указывать не следует. Но САПР системы, не допуская задание избыточных размеров на эскизах в процессе построения моделей, легко дают указывать их на чертежах. Поэтому такие избыточные размеры действительно могут встретиться, и часто даже упрощают понимание чертежа. Однако неверные размеры в таких цепочках могут получиться, только если составители чертежа специально их так указали, пытаясь вас обмануть.

В данном случае, такой избыточной цепочкой являются размеры E, L и J. Должно соблюдаться равенство E = L+J. Однако при указанных размерах E = 47, L = 13 и J = 33 равенство нарушается: 47! = 13 + 33. Иногда в подобных задачах возможно определить, какой именно из размеров очевидно неверен. Здесь, однако, ошибка составляет всего 1 мм и какой из размеров указан неверно, определить невозможно.

Поэтому в этой задаче правильным является любой из трех ответов: E = 46, L = 14 или J = 34.

Ответ: L=14, J=34, E=46.

Задача II.2.3.4. Что как называется? (4 балла)

Найдите правильные названия указанных элементов детали:



Подсказка: значения этих и многих других терминов вы можете найти, например, вот в этой брошюре: https://bit.ly/o3d_tech_terms).

- 1. Лыска.
- 2. Шлиц.
- 3. Шип.
- 4. Паз.
- 5. Буртик.
- 6. Галтель.

- 7. Проточка.
- 8. Фаска.
- а. Элемент А.
- б. Элемент В.
- в. Элемент С.
- г. Элемент D.
- д. Элемент Е.
- е. Элемент F.
- ж. Элемент G.
- з. Элемент Н.
- и. Элемент Е.

Решение

Собственно, объяснять тут нечего. В самой задаче приведена ссылка на брошюру, в которой подробно объясняются назначения и названия различных элементов деталей. Вот правильные названия этих элементов:



Комментарии

Вы можете спросить, зачем вообще понадобилось помещать сюда задачу, в которой не надо думать и ничего решать, а надо только знать причудливые технические термины? Тем не менее, когда вы пытаетесь описать какую-то конструкцию, крайне полезно использовать техническую терминологию. а не описания типа "эта штучка втыкается вот в ту дырку и толкает вот эту фиговину". Просто знайте, что существует книги, где это всё описано, и если вы запомните десяток-другой технических терминов, то сможете гораздо легче и грамотнее формулировать свои мысли.

Ответ: 1 - д, 2 - а, 3 - з, 4 - е, 5 - г, 6 - б, 7 - в, 8 - ж.

САПР: работа в эскизах

Задача П.2.4.1. Диск с лепестками (3 балла)

На диск радиусом R = 50 мм прикреплены одинаковые пластины-лепестки таким образом, что в «сложенном» состоянии внешний контур лепестков совпадает с границей диска. Точка А располагается на таком же расстоянии от центра диска, что и центры поворотных осей лепестков. В остальном, пластина однозначно определяется размерами, указанными на чертеже. Толщины диска и лепестка произвольные.



Определите величину X – расстояние между серединами «выемок» двух соседних лепестков (в мм). Введите только число, с точностью до сотых.

Решение

Эта задача решается путем построения эскиза в САПР (как обычно, подходит любой САПР, в котором нормально работают эскизные зависимости). Ниже показано построение эскиза в онлайн САПР OnShape.com. Обратите внимание что для получения ответа нам даже не требуется полностью строить заданную деталь:





Ответ: 34,773.

Задача II.2.4.2. Куда вставить размеры? (5 баллов)

В приведенном ниже эскизе не хватает одного углового размера (60 градусов) и одного линейного размера (8 мм). Вам нужно понять, куда добавить эти размеры, а также - какие зависимости должны быть в эскизе. Когда эскиз окажется полностью определен, укажите, чему равно расстояние X:



Введите расстояние X (в мм, только число с десятичной точкой, точность до сотых).

Решение

Для начала, построим эскиз в САПР, задав все известные размеры. В результате у нас должно остаться несколько степеней свободы. Глядя на них, мы, вероятно, сможем определить, каких размеров нам не хватает.

t Studio 1 Drawing 1 (👌

На показанном ниже эскизе указаны все размеры, необходимые (но не достаточные) для определения нужного нам размера. Элементы эскиза, не влияющие на этот размер (например, угловые отверстия), можно не строить.



Как и следовало ожидать, в эскизе осталось две степени свободы: может изменяться, во-первых, длина дуги, а во-вторых - расстояние между отверстиями в круговом массиве.



Теперь становится понятно, куда можно применить указанные в условиях задачи угловой размер 60 градусов, и линейный размер 8 мм:



И вот теперь, выбрав две соответствующие точки, получаем в нижнем правом углу расстояние между ними, то есть наш ответ:



Ответ: 37.92.

Задача II.2.4.3. Приборная панель (5 баллов)

Заказчик рассказал, по телефону, как должна выглядеть передняя панель некоего прибора. К сожалению, он не смог прислать никакой картинки. Попробуйте сами разобраться в этом запутанном ТЗ (наличием крепежных отверстий и сложной геометрией деталей не заморачиваемся, рассматриваем все детали как плоские контуры, которые надо разместить на эскизе. У прямоугольных деталей размер задается как "ширина х высота", в таком положении и ставим, поворачивать нельзя):

- 1. На приборной панели размером 180×120 мм размещены: экран размером 120× 70 мм, 3 круглых светодиодных индикатора (далее - "лампочки") диаметром по 12 мм, 5 прямоугольных тумблеров переключения режимов размером 15×20 мм, и один прямоугольный выключатель размером 25×20 мм.
- 2. Экран центрирован на панели по горизонтали, а по вертикали отстоит на 12 мм от верхнего края панели
- 3. 3 лампочки размещаются вертикально одна над другой, справа от экрана, на равном расстоянии по горизонтали до правого края экрана и до правого края панели. Расстояния между лампочками по вертикали одинаковые, причем верхняя и нижняя лампочки касаются, но не выходят за линии, продолжающие верхний и нижний края экрана, соответственно.
- 4. 5 тумблеров расположены под экраном, горизонтально в ряд с равными интервалами, по горизонтали центрированы на панели. По вертикали, верхний край тумблера расположен на расстоянии 10 мм от нижнего края экрана. Расстояние между тумблерами таково, что левый край самого левого тумблера находится на расстоянии 15 мм от правого края выключателя.
- 5. Выключатель расположен в левом-нижнем углу, на расстоянии 5 мм от края панели, по горизонтали и по вертикали.

Введите указанные расстояния:

Расстояние от центра среднего тумблера до центра средней лампочки составляет (округляем до целого): ______¹ мм.

Шаг по горизонтали между тумблерами (точность до сотых, разделитель - точка): _____2 .

ШАГ - расстояние от любой точки (например, левого-верхнего угла) элемента массива до такой же точки следующего элемента.

Решение

Нам придется рассматривать по шагам это "техническое задание" и пытаться воспроизводить его в эскизе. Фактически, это задание на умение читать текст и понимать, что в нём написано. Давайте посмотрим, как это будет выглядеть в онлайн-САПР OnShape.com.







Ответ: 1 - 93, 2 - 18.75.

Задача П.2.4.4. (5 баллов)

Если в полночь посадить Лего-деталь на поляне в Стране Дураков, то из нее вырастает Лего-дерево, похожее на показанное на картинке. Известно, что ветви Лего-деревьев всегда разветвляются под углом либо 45, либо 60 градусов, а длина ветки всегда кратна расстоянию между отверстиями (8 мм).



Найдите площадь (в мм²) неправильного пятиугольника, построенного, как показано на рисунке (вершины привязаны к центрам отверстий).

Решение

Прежде всего, обратите внимание, что в этой задаче от вас не требуется моделировать всё это изделие. Всё, что нужно сделать - в эскизе построить дерево из отрезков, причем длина каждого отрезка должна быть кратна 8 мм, а углы между ними либо 45, либо 60 градусов, как указано в условиях задачи.



Пятиугольник между заданными точками можно построить или в том же, или в новом эскизе. В последнем случае, нам не будут мешать смотреть на картинку все эти размеры:



Как обычно, выделив контур мы получаем информацию о нём в правом нижнем углу OnShape. В данном случае мы как раз и получаем искомую площадь многоугольника:

Area: 3383.282 mm²

Ответ: 3383.3.

Базовое моделирование

Задача II.2.5.1. (З балла)

Перед вами чертеж Кольца Приводного клапана. Прочтите чертёж и выполните модель детали. Укажите объем полученной детали в мм³ с точностью до десятых.



Решение

В этой задаче намеренно приведён только один проекционный вид детали. Это означает, что полная форма детали может быть однозначно восстановлена из этого вида. Обратите внимание на значки диаметра на размерах. Так, "Ø74" означает, что вся деталь имеет форму диска. Слегка "расшифрованный" чертеж будет выглядеть вот так:



Когда вы разобрались с формой детали, построение её в САПР уже не должно вызывать никаких сложностей:





Ответ: 36991.2.

Задача II.2.5.2. (4 балла)

Дан чертеж *Полумуфты ведущей*. Смоделируйте деталь по чертежу и найдите объем детали (круговая канавка R1.5 слева утоплена ровно до половины):



Введите объем детали (в мм³, только число, точность до целых).

Решение

Эта деталь представляет собой тело вращения, дополненное прямоугольным вырезом вдоль центральной оси и 4-мя прорезями в широкой части (размножаются круговым массивом). В этой детали нужно очень внимательно строить эскиз для создания тела вращения, точно указывая все размеры. На ваш выбор, вы можете строить фаски и сопряжения непосредственно в эскизе, но проще добавить их потом отдельными операциями.







Ответ: 301642.2.

Задача П.2.5.3. Скоба крепления (5 баллов)

Постройте 3D-модель детали точно по чертежу.



Определите объем получившейся детали в мм³ (с точностью не ниже ± 2 мм³).

Решение

Это просто ещё одна задача на моделирование по чертежу, без каких-либо интересных особенностей. Для упрощения работы, используйте в эскизах сдвиг контура, зеркальные отражения.





Ответ: 18173.

Задача II.2.5.4. Деталь на основе тел вращения (6 баллов)

Точно смоделируйте деталь по чертежу:



Введите объем полученной детали (в мм³, только число, можно округлять до целого).

Решение

Это просто еще одна модель по чертежу, которая строится по шагам, аналогично всем предыдущим задачам такого типа, поэтому подробный ход построения не приводится. Если вы всё сделаете правильно, то должен получиться ответ: 19925.1 мм³.

<u>Примечание:</u> если вы считаете что задачи такого типа являются чрезвычайно нудными, то автор заданий и этого сборника решений склонен согласиться с вами. Их скучно подготавливать, скучно решать, и особенно утомительно потом писать подробное объяснение решения.

Тем не менее, задачи такого типа очень хорошо прокачивают навыки 3D моделирования: точность и аккуратность построения эскизов, умение "разобрать" деталь сложной формы на последовательность элементарных операций, поэтому вы обязательно увидите их в заданиях каждого нового сезона.

Ответ: 19925.1.

Сборки и механизмы

Задача II.2.6.1. (баллов)

Перед вами кривошипно-ползунный механизм, состоящий из основания, двух ползунов (1 и 2) и одного звена (3). При перемещении ползуна 2, звено 3 перемещает ползун 1, изменяя расстояние между точками A и B. Скачайте модели деталей (https://stepik.org/media/attachments/lesson/250410/crank_01.zip) в формате STEP, соберите устройство и найдите разность между наиболее отдаленным и наиболее близким расстояниями между точками.



Ответ в миллиметрах с точностью до десятых.

Решение

Мы здесь не будем комментировать сам процесс сборки данного простого механизма, поскольку он достаточно тривиален. Посмотрим, лучше, как найти крайние положения ползуна 2.

Если, собрав механизм, вы начнете двигать ползун 2, то увидите, что максимальное расстояние между точками A и B получается, когда ползун 2 находится в самом низу своей вертикальной прорези. А вот минимальное расстояние получается не тогда, когда он находится в самом верху, а когда оба ползуна расположены на одном уровне, то есть соединительное звено горизонтально.

Чтобы точно измерить соответствующие расстояния, временно используйте зависимости. Для измерения минимального расстояния, закрепите звено горизонтально, измерьте расстояние. Затем удалите зависимость и измерьте максимальное расстояние, привязав ползун 2 к нижнему краю прорези:



Длина свободного хода равна 39.221 - 17.130 = 22.091 мм.

Ответ: 22.1.

Задача II.2.6.2. Редуктор (10 баллов)



В ходе шпионской операции удалось добыть часть корпуса и одну шестеренку от секретного китайского редуктора ((https://bit.ly/o3d_gearbox). Вам поручено восстановить механизм и выяснить передаточное число редуктора. Передаточное число считаем от "медленного" конца к "быстрому" (т.е. число будет больше 1).

Укажите передаточное число, с точностью до сотых.

Для начала, вам неплохо бы вспомнить, что такое модуль зуба шестерни (https://bit.ly/wiki_gears).

Решение

Первым шагом, очевидно, будет скачать модели деталей по указанной ссылке, загрузить их в САПР, и измерить все необходимые размеры или выполнить построения. Мы же здесь поработаем с уже готовыми чертежами. На рисунке справа приведён чертёж шестерни с проставленными размерами и уже посчитанными зубьями.



И вот теперь время вспомнить, что такое модуль зуба. Упрощенно говоря, это некая магическая величина в миллиметрах, которую нужно умножить на количество зубьев шестерни, чтобы получить диаметр ее так называемой *делительной окружсности*. У пары сцепленных шестерен модуль зуба должен быть одинаковым, а располагаться они должны так, чтобы их делительные окружности соприкасались. Это значит, что расстояние между ними равно полу-сумме диаметров их делительных окружностей. И если мы знаем делительные диаметры шестерен, то можем по их соотношению определить передаточное число, даже не обращая внимания на модуль зуба и число зубьев.

В нашей шестерне 16 зубьев. Из чертежа видно, что диаметр окружности, проведенной через верхушки зубьев, составляет 18 мм, а окружности, проведенной у основания зубьев - 13,5 мм. Мы можем вполне обоснованно предположить, что модуль зуба этой шестерни составляет 1 мм, так что делительная окружность имеет диаметр 16 мм. На чертеже видно, что окружность с таким диаметром расположена именно там, где мы и ожидаем увидеть делительную окружность.

Это означает что следующая шестерня в редукторе, сцепленная с данной, также будет иметь модуль зуба 1 мм, а диаметр шестерни (и, следовательно, число зубьев в ней) будет однозначно определяться межосевым расстоянием, которое мы можем узнать, посмотрев на корпус редуктора.



Итак, мы без труда выяснили, что диаметр второй шестерни редуктора будет составлять 34 мм, и что эта шестерня будет иметь 34 зуба. Таким образом, на этой паре шестерен передаточный коэффициент будет составлять 34/16.

Корпус нашего редуктора имеет гнезда-углубления для каждой из шестерен. Если мы догадаемся проверить их размеры, то увидим, что делительные окружности каждой из двух уже известных нам шестерен отстоят ровно на 2.5 мм от стенок этих углублений. Можно предположить, что это неспроста: конструктор, спроектировавший этот редуктор, пытался использовать объем корпуса эффективно, оставляя определенный минимальный промежуток между шестерней и стенкой гнезда. На одном валу со второй шестерней, ниже её по высоте, находится третья шестерня. Мы можем (отчасти) обоснованно предположить, что расстояние между её делительной окружностью и стенкой гнезда также составляет 2.5 мм. На картинке ниже показано, что если мы построим делительную окружность 3-й шестерни, исходя из этого предположения, то её диаметр окажется равным 18 мм.



На самом деле, велика вероятность того, что на медленной стороне редуктора, где крутящие моменты велики, будут использованы шестерни с более крупными зубьями. В этом случае, даже если расстояние от верхушек зуба до стенок гнезда шестерни сохраняется одинаковым, от делительной окружности до стенок расстояние будет уже другим. Мы можем только надеяться, что составитель этой задачи не стал бы настолько усложнять ее для нас (а он и не стал!). Вообще, нужно понимать, что эта задача имитирует процесс реверс-инжиниринга, при котором мы можем скорее предположить или угадать намерения конструктора устройства, чем математически доказать правоту наших предположений.

Дальше нам остаётся только построить делительную окружность для последней из шестерён, сцепив её касательностью с предыдущей. и это построение дает нам всю необходимую информацию для вычисления передаточного числа.

Ответ к этой задаче может быть вычислен как $K = (48/18) \cdot (34/16) = 5.66666...$

Ответ: 5.667.

Задача П.2.6.3. (баллов)

Соберите подставку, используя приложенные файлы в формате STEP (https://bit.ly/Ball_in_Claws).



Четыре "когтя" подставки держат шар, однозначно задавая его диаметр. Модели шара в архиве нет. Придумайте способ построения шара правильного диаметра.

Найдите диаметр шара и величину смещения центра шара относительно вертикальной оси цилиндрической части подставки. Оба значения, в мм, округляйте до целых чисел (правильные ответы - целые числа, но САПР может вам дать несколько микронов погрешности)

Введите диаметр шара, в мм, целое число: _____¹ мм;

Введите смещение от оси подставки: _____² мм.

Решение

Решение этой задачи распадается на две этапа. Во-первых, вам нужно открыть в САПР приложенные детали и сделать сборку. Это достаточно просто и не требует каких-либо комментариев. Второй этап существенно сложнее и интереснее: вам нужно сообразить, каким образом, имея такую сборку, правильно построить шар, лежащий "в когтях дракона". Автор этого документа знает, как минимум, три таких способа. Здесь описан только один из них, причем не самый короткий. Еще один способ короче на одну рабочую плоскость, не требует построения осей и гораздо легче делается в OnShape. Третий способ - самый легкий, но несколько нечестный, потому что он использует особенности Autodesk Inventor (равенство отрезков в 3D эскизах) и не может быть воспроизведен во всех САПР'ах. Вам предлагается самостоятельно подумать, что это за способы.

Построение сферы. Пусть сначала шар лежит только на трёх точках ("когтях"). Мы можем построить плоскость по трем точкам, а в этой плоскости построить окружность, касающуюся этих трёх точек. Такая окружность будет сечением нашего шара. Но три точки еще не определяют диаметр шара. Если мы станем увеличивать этот шар, его центр будет двигаться вдоль прямой, выходящей из центра окружности перпендикулярно плоскости сечения. Теперь, повторив то же самое построение с тремя другими точками, мы получим еще одну осевую линию, вдоль которой может увеличиваться шар. Пересечение этих двух линий и является истинным центром шара, лежащего на всех четырех когтях. Остается построить плоскость по двум пересекающимся прямым, и в ней построить и закрутить требуемый шар.

Этот способ можно использовать и в онлайн САПР OnShape, который используется в этом документе для иллюстрации всех остальных задач, однако в OnShape нет осевых линий в 3D, и выполнить такое построение, хотя и возможно, оказывается несколько сложно. Проиллюстрируем этот метод в Autodesk Inventor, используя моделирование детали в контексте сборки. (В этом режиме подставка отображается полупрозрачной, однако элементы эскизов можно привязывать к геометрии подставки).





Ответ: 1 - 143; 2 - 37.

Задача II.2.6.4. Сферическое колесо (8 баллов)

В школьной робототехнике для привода всяких робо-тележек используются, обычно, моторы с редукторами, так как обычные маломощные моторчики имеют слишком слишком малый **вращательный момент** (при слишком высоких оборотах), чтобы непосредственно крутить колеса. Однако моторчики без редуктора иногда используются с колесами, имеющими очень малый диаметр. В данном случае использовано полу-сферическое колесо, эффективный радиус которого зависит от угла наклона вала:



Если известно, что примененный двигатель обеспечивает максимальный вращательный момент 6.5 грамм-силы см, каким должен быть угол A, чтобы обеспечить общую силу тяги робота 24 гс? Деформацией колеса в месте контакта с дорогой пренебречь (т.е. "контактное пятно" считать точкой).

Решение

Ну, сначала слегка займемся физикой. Если нужна общая тяга робота 24 граммсилы, то на один мотор нам нужно обеспечить 12 гс. Для этого нужно колесо радиусом R = 6.5/12 = 0.542 см. На этом физика кончается, и начинается сплошная геометрия. Эту задачу спокойно можно решать и на листочке с калькулятором, однако раз уж у нас есть в руках САПР, то его и будем использовать:



На рисунке обведен ответ: 43.725 градусов.

Ответ: 43.76.

Технологии прототипирования

Задача П.2.7.1. Пластики и температуры (1 балл)

Какие температуры экструдера и стола 3D-принтера соответствуют какому пластику?

- 1. Эструдер 230-240С, стол 70-80С.
- 2. Эструдер 250-260С, стол 100+С.
- 3. Экструдер 200-220С, стол не выше 60С.
- 4. Эструдер 240-245С, стол 90-110С.
- a. PLA.
- б. ABS.
- в. PET-G.
- г. Nylon.

Решение

Этот вопрос не на сообразительность, а только на знание фактов о пластиках. Те, кто не знает ответ, могут найти его путем тривиального гугления.

Ответ: 1 - г, 2 - в, 3 - а, 4 - б.

Задача II.2.7.2. Ориентация для печати (1 балл)

STL-файл детали был загружен в программу печати (RepetierHost), получилось вот так:



Как следует развернуть деталь (вокруг какой оси и на сколько градусов), чтобы она оптимальным образом напечаталась без поддержек?

Ответ вводите в формате БукваОсиУгол, например "Z45" повернет деталь по оси Z на 45 градусов.

Решение

Хотя ближняя к нам страна детали явно кажется основанием, на этой стороне имеется вырез, который стал бы печататься с поддержками. На самом деле, "правильная"сторона для донышка - та, которая сейчас находится сверху. Обозначение осей нужно искать на "трезубце", отображаемом в левом нижнем углу экрана. Нам нужно перевернуть деталь на 180 градусов, для этого годится как ось X так и ось Y.

Правильные ответы: **X180**, **Y180**. Ответы с отрицательными углами поворота, тоже, в принципе, правильные, тест не примет.

Ответ: Х180 Ү180.

Задача П.2.7.3. Фанерное дерево (5 баллов)

Имеется вот такая разборная модель дерева, предназначенная для лазерной резки:



Одну из половинок этого дерева, в формате STEP, можно загрузить здесь (https://bit.ly/o3d_half_tree). Вторая половинка имеет точно такую же форму и отличается только расположением паза. Подставка круглая, диаметром 40 мм.

Восстановите полностью модель дерева. Чему равна СУММА ОБЪЕМОВ подставки и восстановленной половинки дерева (в мм3, округляем до целых)

Решение

Это задача скорее на моделирование, чем на "технологии прототипирования". Лазерно-фанерной здесь является только конструкция изделия, состоящая из трёх частей. Чтобы решить задачу, загружаем половинку дерева в САПР и проделываем с ней следующее:

Круговым мотивом на 90 градусов делаем вто- рую половинку, отдель- ным телом.	Как показано, прицепляя к пазу.	
А новый паз, наоборот, прорезаем.	Быдавливаем подставку отдельным телом.	Опе от more parts do not f Show calculation varie Mass: Value 10814.091 mm ³ Star 8737.813 mm ² Center of mass: X Y: Z Moments of inertia: a mm ² Выделяем оба требуемых тела, и получаем наш от- вет.

Ответ: 10814.

Задача II.2.7.4. Фрезерование (З балла)

Срочно потребовалось изготовить деталь, изображенную ниже. Под рукой у изобретателей оказался лишь фрезерный станок. Возможно ли изготовить эту деталь на 3-осевом фрезерном станке с ЧПУ?



Отметьте только те элементы модели, которые при такой постановке задачи будет невозможно изготовить, или их вид будет сильно искажен.

Решение

При фрезеровании, вращающийся инструмент, фреза, вырезает из заготовки лишний материал, формируя необходимую геометрию детали. Если станок 3-осевой, то фреза может подходить к заготовке только сверху и, таким образом, не может вырезать каких-либо элементов сбоку детали или с нависанием. Кроме того, внутренние углы всегда получаются закруглёнными. Радиус закругления не может быть меньше радиуса фрезы.



Давайте посмотрим, какие из элементов показанной детали не могут быть отфрезерованы.

	Π_{2} NONTRO 2000 HEADER HEADER HEADER (22 HAVELOHOMAN HEADER 2 HA
1	да, можно - это просто плоская поверхность (за исключением угла 5, но
	он обозначен отдельной цифрой).
2	Нет. Вырез сделать можно, но в острые углы фреза не зайдёт.
3	Нет. Этот угол получится скругленным.
4	Да, это просто плоская поверхность.
5, 6	Да, это просто вертикальная поверхность
7	Да, это вертикальный паз без острых углов
8	Нет, это боковая прорезь, куда фреза добраться не сможет
9	Нет, этот элемент сбоку, без переустановки детали не сделать
10	Да, без проблем.

	Скорее да. Если присмотреться хорошенько, вы увидите скругления на
11	внутренних углах, поэтому отфрезеровать, как бы, можно. Нам может по-
	надобиться тонкая фреза, и её длины может не хватить на полную глубину
	данного квадратного выреза, однако про это в условиях задачи ничего не
	сказано.
12	Да. Прямые углы на внешних сторонах не являются проблемой при фре-
	зеровании.
13	Нет. Прямые углы внутри не будут вырезаны.

Ответ: 2, 3, 8, 9, 13.

Командная часть

Уважаемые участники, мы предлагаем вам решить командную, а главное командообразующую задачу. Вам необходимо вместе с вашей командой спланировать проект. Вы должны понять, как именно вам всем работать вместе. Кто за что отвечает? Кто в какие сроки должен сделать какую часть общей работы, чтобы вся команда добилась успеха? Из каких частей состоит ваша работа в целом? Что важно и первостепенно, а что только кажется таким? Что вы упустили из внимания, а что не стоит вашего внимания вовсе?

Чтобы ответить на эти вопросы и правильно управлять таким небольшим, но очень важным проектом как ваше участие в соревновании, мы предлагаем вам пройти вводный курс по управлению проектами на Stepik <u>https://stepik.org/course/</u> 2376/syllabus. По результатам освоения курса вы ознакомитесь с базовыми понятиями управления проектами и сможете правильно спланировать вашу работу на соревновании.

Задание: Вы должны спланировать проект своего участия в финале трека «Аэрокосмические системы» ОКДНТИ.

Задание, которое надо спланировать вашей команде, такое-же как задача финала трека Аэрокосмические системы 2019: https://docs.google.com/document/d/ 1QpfRffD8lJNjR-YtFhVdGeLP1aKwovnYtInibaef-Y8/edit?usp=sharing

Пример того, как команда-победитель решала данную задачу и как проходил финал прошлого года, вы можете посмотреть здесь: https://www.youtube.com/watch? v=eBceLde2ulc.

При помощи любого планировщика проектов (например ganttpro.com или MS Project) спланируйте ваш проект участия в соревновании для всех участников вашей команды. Планирование проекта должно быть командным, т. е. все участники команды должны участвовать в составлении списка и оценке трудоемкости своих задач.

Ответом на задачу должен быть PDF файл, содержащий план проекта в соответствии с условиями (см ниже).

Кроме того отдельным, не обязательным условием, является видео-презентация вашего проекта. Однако за видео презентацию даются дополнительные баллы, и мы рекомендуем вам ее сделать. В презентации необходимо представить вашу команду, отразить план выполнения проекта, особенности командной работы, нюансы разработки ПО и конструирования полезной нагрузки, и другие моменты касающиеся проекта на ваше усмотрение. Презентацию необходимо залить на какой-либо видеохостинг (YouTube, RuTube и т. п.) и дать на нее ссылку в файле вашего проекта.

Условия:

- В файле ответа должен присутствовать раздел «Описание проекта».
- В файле ответа должна присутствовать презентация участников и их ролей в проекте.
- Файл ответа должен содержать диаграмму Ганта вашего проекта.
- Диаграмма должна быть отформатированна таким образом, чтобы по всем задачам была видна длительность, ресурсы и связи. Если ваш план не помещается на одном листе, допустимо сделать несколько листов с диаграммой Ганта вашего проекта. Чем понятнее и детальнее будет ваш план — тем лучше.
- Длительность любой задачи каждого участника не должна превышать 2х часов.
- Должно присутствовать не менее 4-х контрольных событий (вех) с описанными ожидаемыми промежуточными результатами.
- Зависимости задач должны быть проставлены по решению команды.
- Рабочее время на проекте с 10-00 до 18-00, длительность в соответствии с описанием задачи.

Оценки:

- 1. Проект прислан 10 баллов.
- 2. В описании проекта есть цели, задачи и результат 20 баллов.
- 3. В проекте есть презентация всех участников команды с распределением их ролей 20 баллов.
- 4. Все участники команды указаны как ресурсы проекта $-\ 20$ баллов.
- 5. Для каждого участника команды назначены задачи
 $\ 10$ баллов.
- 6. Длительность любой задачи каждого участника не превышает 2 часа 30 баллов.
- 7. Ни один участник не должен выполнять больше или меньше одной задачи в одно и тоже время 10 баллов.
- 8. Длительность работы каждого участника проекта равна общей длительности проекта 50 баллов.
- 9. Ни одна из задач не запланирована на нерабоче
е время 10 баллов.
- 10. Проставлены зависимости между задачами 20 баллов.
- 11. Присутствует не менее 4-х контрольных событий (вех) с описанными ожидаемыми промежуточными результатами — 20 баллов.
- План проекта содержит этапы, которые выстроены в хронологическом порядке, а также отсутствуют пропуски этапов, необходимых для реализации проекта — 30 баллов.
- 13. Присутствует видео-презентация команды- 50 баллов.
- 14. Видео презентация содержит представление команды и рассказом каждого члена команды о его роли 20 баллов.
- 15. Видео презентация содержит рассказ представителя команды
о целях и задачах команды 20 баллов.
- 16. Видео презентация содержит рассказ представителя команды о плане проекта $-\ 20$ баллов.