

Цифровой инжиниринг в строительстве

2022/23 учебный год

Второй отборочный этап

Задачи второго этапа состоят из заданий на моделирование, программирование работу с информацией и форматами представления геометрии, а также содержит задания на расчет теплотехнических свойств ограждающих конструкций. Задачи, подобные данным, будут являться элементами финальной задачей. При решении задач участники получают и применяют знания и навыки необходимые для участия в финале. Некоторые задачи носят комплексный характер и будут решаться несколькими участниками в команде, часть задач участники могут разделить их между собой, поскольку для решения потребуются разные компетенции, такие как: моделирование в среде Renga или Revit (ПО для создания информационных моделей объектов капитального строительства (ОКС)), программирование, знание основ теплотехники, работа с информацией, работа с различными форматами представления моделей ОКС

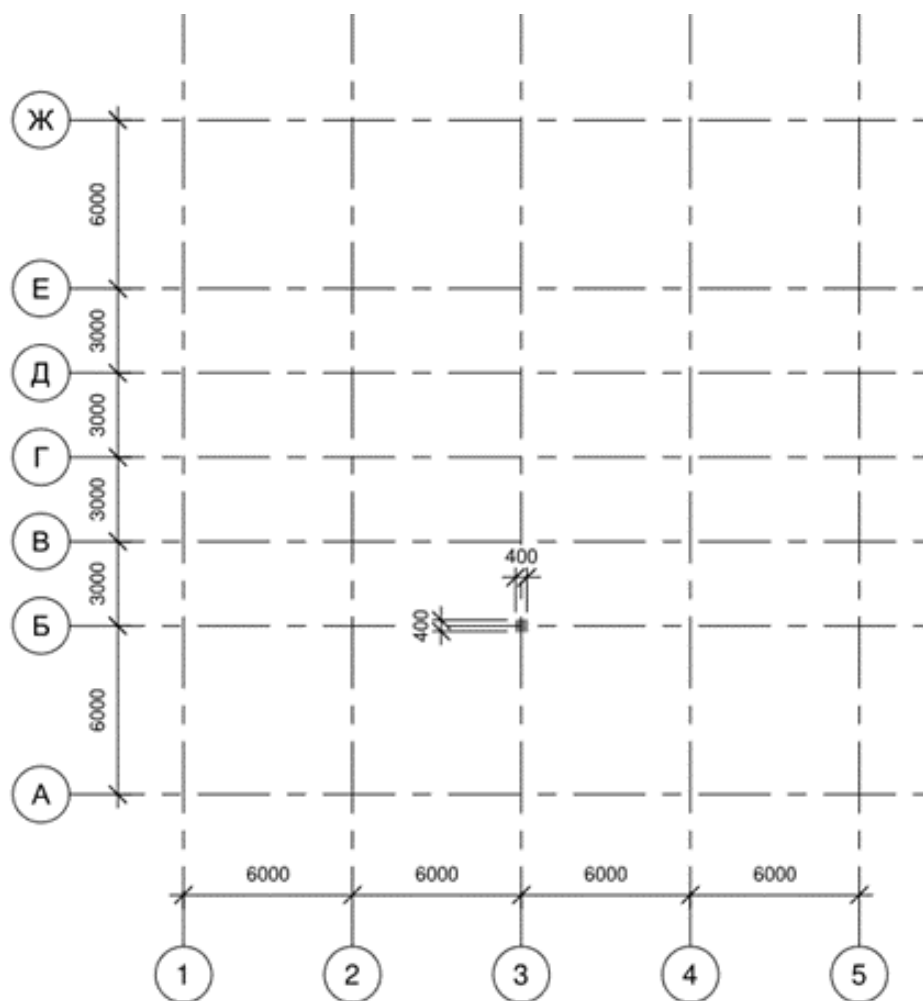
Задача IV.1. Помогите колонне найти свое место в мире (5 баллов)

Темы: координация, BIM, Renga, Revit, ТИМ, технологии информационного моделирования, моделирование, разминка.

Условие

Строители должны уметь всё, в том числе и ориентироваться в пространстве. Почувствуйте себя настоящими профессионалами и помогите колонне 400×400 мм определить свое местоположение. Для этого вам понадобится создать сетку осей в соответствии с чертежами. (Помните: пересечение осей А-1 находится в начале координат проекта.)

Далее разместите центр колонны на пересечение осей Б-3. И замерить удаление ее правого верхнего угла от начала координат. Вычесть меньшую координату из большей, результат и будет ответом на это задание. Ответ дается в мм.



Решение

Разница координат: $12\ 200 - 6\ 200 = 6\ 000$.

Ответ: 6 000.

Задача IV.2. Майнкрафт для продвинутых (10 баллов)

Темы: BIM, Renga, Revit, ТИМ, технологии информационного моделирования, моделирование.

Условие

Когда-то давно, во времена динозавров, люди делали 2D чертежи, не зная, что такое BIM. До наших дней сохранились некоторые отголоски того времени. Нам удалось найти древний манускрипт пещерного человека. В нем оказались чертежи какой-то пещеры.

Предлагаем вам сделать из обезьяны человека и создать BIM-модель по данным заданного чертежа <https://disk.yandex.ru/i/VXCRnF8-EDjEqw>.

Подсказки:

-
- Оси из предыдущего задания могут помочь вам ускорить возведение модели.
 - Центр колонн сечением 400x400 мм размещаем на пересечении осей.
 - Пирог внешних стен указан на чертеже (кстати, в строительстве это называется — пирог стены)
 - Стены проектируем от отметки +0,000 м до отметки +3,600 м (высота стен 3600 мм).

Ответом на это задание будет суммарный объем созданных стен.

Округление полученного значения до десятых. Величина выражена в метрах кубических.

Решение

Возвести модель здания по заданным чертежам с созданием пирога внешних стен. Определить суммарный объем, запроектированных стен. (Округление полученного значения до десятых. Величина должна быть выражена в метрах кубических.)

Ответ: 208,92 м³ ± 0,5 м³.

Задача IV.3. Зима близко (10 баллов)

Темы: теплотехнический расчёт, BIM, Renga, Revit, ТИМ, технологии информационного моделирования, моделирование.

Условие

Наш дом — наша крепость. Зима — это не только длящийся годами сезон, но и символ тяжелых испытаний. . . А наша крепость должна выдержать любые невзгоды.

Давайте зададим нашим стенам правильный состав.

Для этого произведем теплотехнический расчет.

В документе <https://disk.yandex.ru/i/n663WmIKw7MASA> указаны все необходимые для подсчета данные и формулы. Однако толщина одного из материалов не задана. Найдите это значение и запишите в поле ответа.

(Округление полученного значения до десятых. Величина должна быть выражена в метрах.)

Решение

Путем несложных математических преобразований вычисляем толщину неизвестного материала по приведенной формуле, подставляя в нее данные значения.

Ответ: 0,10 м.

Задача IV.4. Перемен требуют наши сердца (15 баллов)

Темы: моделирование, BIM, Renga, Revit, ТИМ, технологии информационного моделирования.

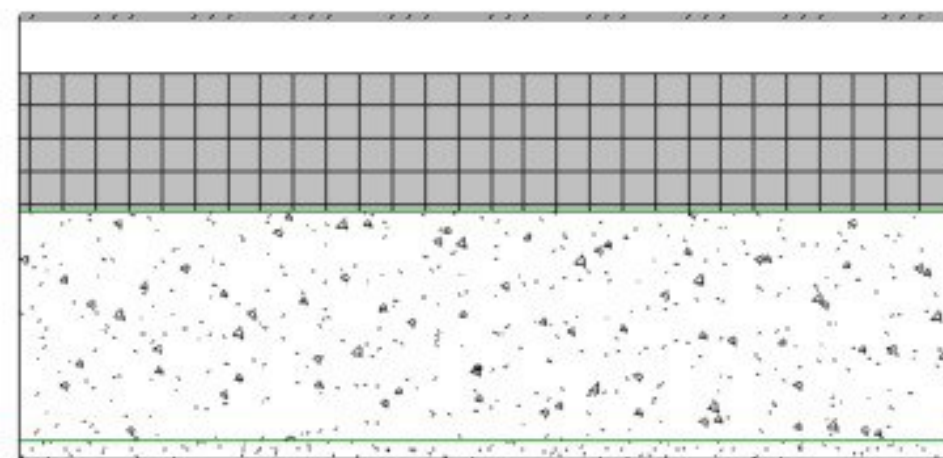
Условие

Один 2D-проектировщик неправильно произвел теплотехнический расчет. Давайте спасём жильцов от холодов и зададим стенам верный пирог. (Пирог — это не выпечка).

Откройте приложенный файл формата .ifc <https://disk.yandex.ru/d/6ziAx0Q8bXWfzQ> или в используемом ПО (Renga, Revit, Archicad) и отредактируйте пирог стен в соответствии с информацией приведенной ниже.

В качестве ответа укажите суммарный объем стен.

(Округление полученного значения до десятых. Величина должна быть выражена в метрах кубических.)



	Функция	Материал	Толщина	Огибания	Материал несущих конструкций	Перем.
1	Отделка 1 [4]	Алюминиевые фасадные	5.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Термическая/воздушная п	Воздух	60.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Термическая/воздушная п	Минераловатный утепли	150.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Граница сердцевины	Слой выше огибания	0.0			
5	Структура [1]	Бетон - Газобетонные бло	250.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Граница сердцевины	Слой ниже огибания	0.0			
7	Отделка 2 [5]	Штукатурка	20.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Решение

После редактирования стен в соответствии с заданием участники рассчитывают суммарный объем любым удобным способом.

Ответ: $173,52 \text{ м}^3 \pm 0,5 \text{ м}^3$.

Задача IV.5. Да будет свет (10 баллов)

Темы: моделирование, BIM, Renga, Revit, ТИМ, технологии информационного моделирования.

Условие

«Дом без окон и дверей, полна горница людей», — принцип, запрещённый в цивилизованном обществе проектировщиков. Естественное освещение — особая часть каждого проекта. Не будем лишать наш домик света, мы же не «типа грибы».

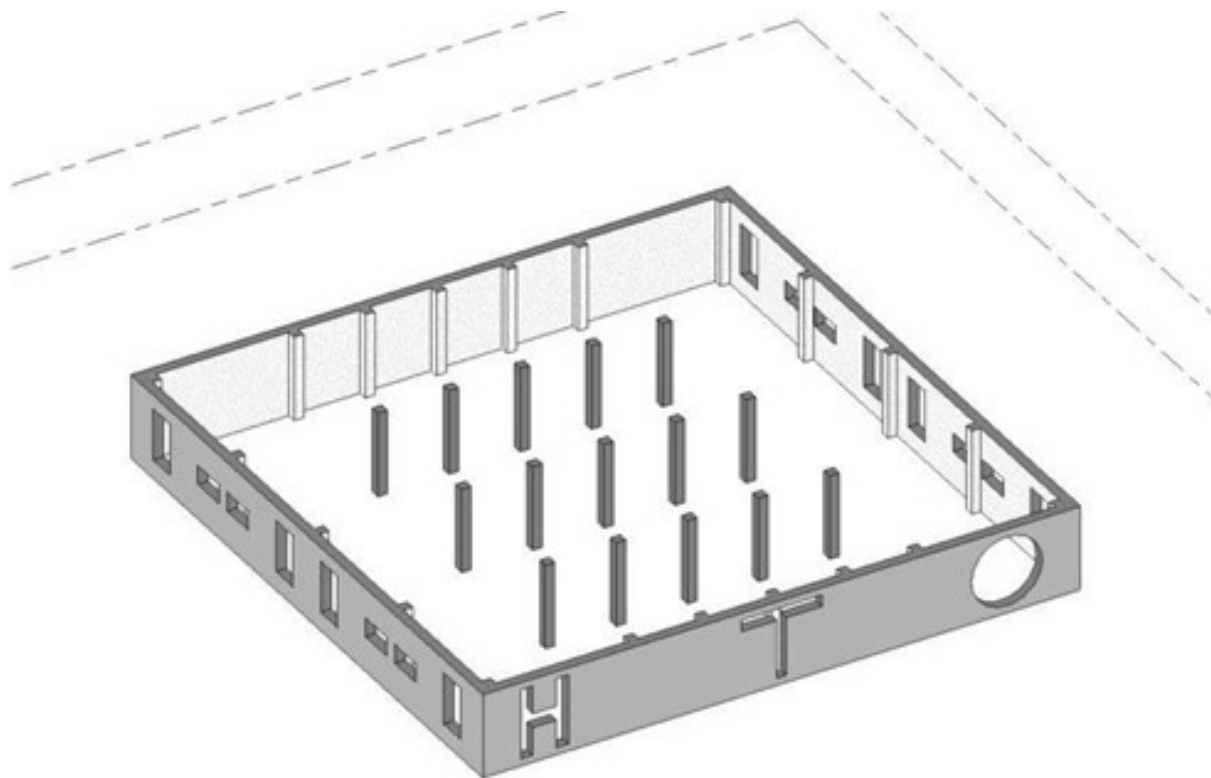
Откройте файл с расширением .ifc https://disk.yandex.ru/d/ELayjdGxZ_MFFA в вашем ПО. После чего расставьте в этой модели проемы в стенах в соответствии с выданными чертежами в формате .pdf https://disk.yandex.ru/d/ELayjdGxZ_MFFA.

Ответом на данное задание будет суммарная площадь поверхности стен.

Подсказки:

- Картинка ниже сможет помочь вам в пространственной ориентации.
- Стены проектируем от отметки +0,000 м до отметки +3,600 м (высота стен 3600 мм).

Округление полученного значения до целых. Величина должна быть выражена в метрах квадратных.



Решение

После создания проемов в стенах в соответствии с заданием участники рассчитывают площадь поверхности стен любым удобным способом.

Ответ: $313 \text{ м}^2 \pm 0,5 \text{ м}^2$.

Задача IV.6. Я иду искать (5 баллов)

Темы: работа с информацией, моделирование, BIM, Renga, Revit, ТИМ, технологии информационного моделирования.

Условие

Перекрытия решили поиграть в прятки. Вам предстоит найти перекрытие, которое имеет периметр равный 546 637 м, и в поле ответа записать его толщину (рекомендуем использовать особые таблицы для структурирования данных проекта — спецификации).

Исходная модель: <https://disk.yandex.ru/d/n41pV40qpXEB4g>.

В ответе указываем целое значение. Величина должна быть выражена в мм.

Решение

С помощью спецификации или другим удобным способом найти перекрытие, имеющее нужное значение периметра, и определить его толщину. (Значение записать в мм.)

Ответ: 162 мм.

Задача IV.7. Тотальная уборка (20 баллов)

Темы: работа с информацией, моделирование, BIM, Renga, Revit, ТИМ, технологии информационного моделирования.

Условие

Кто-то намусорил на чертеже, вам предстоит убрать «лишние детали», чтобы получить правильные чертежи.

Откройте файл с расширением .ifc <https://disk.yandex.ru/d/2c3XQ21Qx-ySUQ> в вашем ПО. Уберите «лишние детали». Далее расставьте помещения в оставшиеся окруженные области. Посчитайте суммарную площадь полученных помещений. (Округление полученного значения до десятых. Величина должна быть выражена в метрах квадратных.)

Решение

Выбираем стену с типоразмером «лишние детали», выбираем все экземпляры данного типоразмера и удаляем их. Далее расставляем помещения в окруженные области. Выводим экспликацию помещений со столбцом «площадь» и вычисляем итоги по нему.

Округление полученного значения до десятых. Величина должна быть выражена в метрах квадратных.

Ответ: 2360,00 м ± 1 м.

Задача IV.8. Ищем иголку в стоге сена (25 баллов)

Темы: работа с информацией, моделирование, VIM, Renga, Revit, ТИМ, технологии информационного моделирования.

Условие

На протяжении всей жизни мы сталкиваемся, казалось бы, с невыполнимыми задачами. Но не бывает ничего невозможного. Достаточно приложить лишь немного больше усилий и смекалки, и всё решится.

Откройте выданный файл с расширением .ifc <https://disk.yandex.ru/d/PQJzDa1gU0f9zw>. Оставьте в нем только стены с наименьшей толщиной. И запишите полученное сочетание слов с учетом пробелов.

Подсказка: не суди книгу по обложке, первое впечатление бывает обманчиво!

Решение

Найти стены с наименьшей толщиной (не в названии, а в толщине!), изолировать их и получить словосочетание, являющееся ответом.

Ответ: удачи в финале.

Задача IV.9. Медосмотр (10 баллов)

Темы: работа с информацией, программирование, openVIM, IFC, Python.

Условие

Любое здание, как и люди, ежегодно проходит различные обследования на предмет состояния его «здоровья».

В этом задании вам предстоит найти объекты, которые кажутся «подозрительными» нашим проектировщикам. Поиск будет производиться по следующим параметрам: Ifc класс (поле IfcClass) = IfcWindow, а высота окна (поле Height) <= 2000.0, а ширина окна (поле Width) >= 2000.0.

Ответом будет являться полученное количество объектов.

Задание выполнять с файлом «УПП_Школа_ru.csv». Для загрузки этот файл — <https://disk.yandex.ru/d/CTFwgesXQ14Igg>.

Краткое пояснение: представленный файл — это «супертаблица», где первая строка — это наименования всех свойств и параметров, а последующие — объекты модели со значениями свойств. В случае, если значение свойства не было назначено, либо у этого объекта таковых свойств не было, то вместо значения стоит пропуск.

Решение

```
st_file = pandas.read_csv("УПП_Школа_ru.csv")
def task1():
    df = st_file[st_file["IfcClass"] == 'IfcWindow']
```

```
df = df[df["Height"] <= 2000.0]
df = df[df["Width"] >= 2000.0]
```

Ответ: 12.

Задача IV.10. Умный замерщик (15 баллов)

Темы: работа с информацией, программирование, openBIM, IFC, Python.

Условие

Наверное, каждый из вас видел людей, которые с умным видом бегают по стройке с рулеткой и что-то постоянно замеряют. А потом приходят и что-то долго рассчитывают на бумажке.

Такой подход понемногу уходит в прошлое, поскольку все процессы в строительстве стараются автоматизировать. В этом задании вам предстоит ускорить процесс вычисления площадей:

Посчитайте суммарную площадь (поле `Area`) окон (поле `IfcClass = IfcWindow`) следующих категорий (полей `Reference`): «ОП ОСП 21-21 ПО», «ОП ОСП 21-28 ПО-Фр», «ОП ОСП 21-9 ПО».

В качестве ответа внесите суммарную площадь (поле `Area`) окон, ответ округлите до сотых.

Задание выполнять с файлом «УПП_Школа_ru.csv». Для загрузки этот файл — <https://disk.yandex.ru/d/CTFwgesXQ14Igg>.

Краткое пояснение: представленный файл — это «супертаблица», где первая строка — это наименования всех свойств и параметров, а последующие — объекты модели со значениями свойств. В случае, если значение свойства не было назначено, либо у этого объекта таких свойств не было, то вместо значения стоит пропуск.

Решение

```
st_file = pandas.read_csv("УПП_Школа_ru.csv")
def task2():
    need_names = ["ОП ОСП 21-21 ПО", "ОП ОСП 21-28 ПО-Фр", "ОП ОСП 21-9 ПО"]
    df = st_file[st_file["IfcClass"] == 'IfcWindow']
    df = df[df["Reference"].isin(need_names)]
    df = df['Area']
    total_area = df.sum()
    print("Task-2= " + str(total_area))
```

Ответ: 2138,38 м² ± 0,5 м².

Задача IV.11. Вычисляем шпиона (15 баллов)

Темы: работа с информацией, программирование, openBIM, IFC, Python.

Условие

В этом задании вам предстоит попробовать себя в роли настоящего сыщика. Где-то на нашем объекте скрылась целая банда шпионов.

Мы знаем их идентификаторы (поле `GlobalId`): «0akW9Fs6sK6bTF7Vg\$akbl», «1ZhedCRvzRWrWdj8yassaS», «220v7N1LW22JdzgQS1ogad», «0hvJeixe60GqP8zjwbxpGF», «3tuRyCsMBfT1wj8cMONUFW»

Вам необходимо подсчитать суммарное количество символов в имени сущности этих «шпионов» (поле `ifc_name`).

Надеемся на ваше содействие расследованию.

Задание выполнять с файлом «УПП_Школа_ru.csv». Для загрузки этот файл — <https://disk.yandex.ru/d/CTFwgesXQ14Igg>.

Краткое пояснение: представленный файл — это «супертаблица», где первая строка — это наименования всех свойств и параметров, а последующие — объекты модели со значениями свойств. В случае, если значение свойства не было назначено, либо у этого объекта таковых свойств не было, то вместо значения стоит пропуск.

Решение

```
st_file = pandas.read_csv("УПП_Школа_ru.csv")
def task3():
    need_ids = ["0akW9Fs6sK6bTF7Vg$akbl", "1ZhedCRvzRWrWdj8yassaS",
               ↪ "220v7N1LW22JdzgQS1ogad",
                 "0hvJeixe60GqP8zjwbxpGF", "3tuRyCsMBfT1wj8cMONUFW"]
    df = st_file[st_file["GlobalId"].isin(need_ids)]
    df = df['ifc_name']
    total_len = 0
    for i in df.items():
        total_len += len(i[1])
    print("Task-3= " + str(total_len))
```

Ответ: 138.

Задача IV.12. День сурка (10 баллов)

Темы: работа с информацией, программирование, openVIM, IFC, Python.

Условие

В нашей жизни встречается очень много рутинных задач. Это не обошло стороной и сферу строительства. Часто нам нужно посчитать количество каких-то объектов, которые понадобятся в процессе возведения здания, например, количество кирпичей или окон.

Попробуйте выйти на улицу, найти ближайшее кирпичное здание и пересчитать все кирпичики в нем. Я думаю, вы устанете уже на 50, а если собьетесь, то и того раньше...

А представьте, себе огромную высоту, чтобы вручную сосчитать материалы для нее, наверное, не хватит и целого года.

Давайте попробуем оптимизировать этот процесс внутри нашей модели и посчитаем, сколько элементов содержат в наименовании (поле `ifc_name`) слово «Прямоугольная 400 × 400».

Ответом будет являться количество элементов, удовлетворяющее этому условию.

Задание выполнять с файлом «УПП_Школа_ru.csv». Для загрузки этот файл — <https://disk.yandex.ru/d/CTFwgesXQ14Igg>.

Краткое пояснение: представленный файл — это «супертаблица», где первая строка — это наименования всех свойств и параметров, а последующие — объекты модели со значениями свойств. В случае, если значение свойства не было назначено, либо у этого объекта таких свойств не было, то вместо значения стоит пропуск.

Решение

```
st_file = pandas.read_csv("УПП_Школа_ru.csv")
def task5():
    need_name = 'Прямоугольная 400x400'
    df = st_file["ifc_name"]
    total_count = 0
    for i in df.items():
        if need_name in str(i[1]):
            total_count += 1
    print("Task-5= " + str(total_count))
```

Ответ: 442 ± 1.

Задача IV.13. Для таких расчетов тетрадки не хватит (25 баллов)

Темы: работа с информацией, программирование, openBIM, IFC, Python.

Условие

В этом задании вам нужно будет автоматизировать расчет количества элементов, имеющих одинаковый ifc-класс (поле `IfcClass`) и перемножить те значения, число которых > 20 штук.

Интересно, работали ли «бумажные расчетчики» с такими объемами информации?

Выполняются для IFC-файлов. Ссылка на файл (разархивировать) <https://disk.yandex.ru/d/olxPtC7tdfheZQ>.

Решение

Часть решения (вспомогательные методы)

```
import ifcopenshell
def getting_super_table_by_ifc(ifc_file_path):
```

```

ifc_file = ifcopenshell.open(ifc_file_path)
ifc_objects = ifc_file.by_type("IfcObject")
list_temp = list()
total_props_names = list()
for ifc_entity in ifc_objects:
    temp_props = get_object_properties(ifc_entity)
    list_temp.append(temp_props)
    # merge props
    current_names = temp_props.keys()
    for key in current_names:
        if key not in total_props_names:
            total_props_names.append(key)
out_data = dict()
for key in total_props_names:
    out_data[key] = []
for entity_data in list_temp:
    for pr in total_props_names:
        if pr in entity_data.keys():
            out_data[pr].append(entity_data[pr])
        else:
            out_data[pr].append(None)
df = pandas.DataFrame(data=out_data, columns=total_props_names)
df.to_csv(ifc_file_path.replace(".ifc", ".csv"))
return 1
def get_object_properties(ifc_entity):
    temp_props = {"IfcClass": ifc_entity.is_a(), "GlobalId":
↪ ifc_entity.GlobalId, "ifc_name": ifc_entity.Name}
    ifc_props_root = ifc_entity.IsDefinedBy
    for props_group in ifc_props_root:
        if props_group.is_a("IfcRelDefinesByProperties"):
            props_definition = props_group.RelatingPropertyDefinition
            def get_prop_data(props_array):
                for ps in props_array:
                    p_name = ps.Name
                    # print(p_name)

```

Основное решение

```

st_file = pandas.read_csv("VIII_Школа_ru.csv")
def task4():
    df = st_file["IfcClass"]
    cat2count = dict()
    for i in df.items():
        if i[1] not in cat2count.keys():
            cat2count[i[1]] = 1
        else:
            cat2count[i[1]] += 1
    total_value = 1
    for k,v in cat2count.items():
        if v > 20:
            total_value *= v
    print("Task-4= " + str(total_value))

```

Ответ: 72953259143075560983346961663202232668753159660902400.

Задача IV.14. Реальная строительная задача (25 баллов)

Темы: работа с информацией, программирование, openBIM, IFC, Python.

Условие

Одной из конечных целей проектирования является подсчет объема используемых материалов и конечная стоимость объекта. Чтобы это сделать, естественно, сначала необходимо осуществить подсчет объема объектов, которые сделаны из этого материала.

В этом задании вам нужно посчитать суммарный объем (поле `NetVolume`) для элементов классов (`IfcClass`) `IfcColumn` и `IfcBeam`, в названии (`ifc_name`) которых отсутствует «400 × 400».

Ответом будет являться полученный объем, выраженный в кубических метрах с округлением до сотых.

Выполняются для IFC-файлов. Ссылка на файл (разархивировать) <https://disk.yandex.ru/d/olxPtC7tdfheZQ>.

Решение

Часть решения (вспомогательные методы)

```
import ifcopenshell
def getting_super_table_by_ifc(ifc_file_path):
    ifc_file = ifcopenshell.open(ifc_file_path)
    ifc_objects = ifc_file.by_type("IfcObject")
    list_temp = list()
    total_props_names = list()
    for ifc_entity in ifc_objects:
        temp_props = get_object_properties(ifc_entity)
        list_temp.append(temp_props)
        # merge props
        current_names = temp_props.keys()
        for key in current_names:
            if key not in total_props_names:
                total_props_names.append(key)
    out_data = dict()
    for key in total_props_names:
        out_data[key] = []
    for entity_data in list_temp:
        for pr in total_props_names:
            if pr in entity_data.keys():
                out_data[pr].append(entity_data[pr])
            else:
                out_data[pr].append(None)
    df = pandas.DataFrame(data=out_data, columns=total_props_names)
    df.to_csv(ifc_file_path.replace(".ifc", ".csv"))
    return 1
def get_object_properties(ifc_entity):
    temp_props = {"IfcClass": ifc_entity.is_a(), "GlobalId":
        ↪ ifc_entity.GlobalId, "ifc_name": ifc_entity.Name}
    ifc_props_root = ifc_entity.IsDefinedBy
```

```

for props_group in ifc_props_root:
    if props_group.is_a("IfcRelDefinesByProperties"):
        props_definition = props_group.RelatingPropertyDefinition
        def get_prop_data(props_array):
            for ps in props_array:
                p_name = ps.Name
                # print(p_name)

```

Основное решение

```

def task6():
    create_table = getting_super_table_by_ifc\
        (r'E:\УИИИ_Школа_ru.ifc')
    st_file = pandas.read_csv(r'E:\УИИИ_Школа_ru.csv')
    need_classes = ["IfcColumn", "IfcBeam"]
    df = st_file[["IfcClass", "ifc_name", "NetVolume"]]
    df = df[df["IfcClass"].isin(need_classes)]
    df = df[~df["ifc_name"].isin(['400x400'])]
    df = df["NetVolume"]
    print(df)
    total_volume = 0.0
    for i in df.items():
        total_volume += float(i[1])
    print(total_volume)

```

Ответ: 3646,89 м³ ± 0,5 м³.

Задача IV.15. Опять зима (50 баллов)

Темы: работа с информацией, программирование, openBIM, IFC, Python, технологии информационного моделирования, теплотехнический расчёт, BIM.

Условие

И снова наступила зима, но не все стены нашей крепости одинаково сохраняют тепло.

Найдите в модели стены, которые обладают наилучшими теплотехническими свойствами и в качестве ответа запишите их количество.

Модель IFC: <https://disk.yandex.ru/d/olxPtC7tdfheZQ> (разархивировать).

Для теплотехнического расчета воспользуйтесь материалами задачи IV.3 <https://disk.yandex.ru/i/n663WmIKw7MASA>.

Рекомендуем использовать "ifcopenshell".

Справочные материалы по схеме IFC:

- <http://ifc43-docs.standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4x3/HTML/lexical/IfcWall.htm>;
- http://ifc43-docs.standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4x3/HTML/concepts/Object_Association/Material_Association/Material_Set/content.html;

-
- http://ifc43-docs.standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4x3/HTML/concepts/Object_Association/Material_Association/content.html;
 - <http://ifc43-docs.standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4x3/HTML/lexical/IfcMaterial.htm>;
 - <http://ifc43-docs.standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4x3/HTML/lexical/IfcMaterialProperties.htm>;

Полезно посмотреть: <https://community.osarch.org/discussion/510/ifcopenshell-get-wall-layers-and-materials>.

Решение

Код размещен по ссылке: <https://disk.yandex.ru/d/ghAW3cttei2Z0A>.

Ответ: 2.