

**НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Инженерный институт**

# **ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПЕРЕРАБОТКЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ**

**Методические указания  
по выполнению контрольной работы**

Новосибирск 2023

Кафедра механизации животноводства и переработки  
сельскохозяйственной продукции

УДК 664 (66-5)  
ББК 36

Составители: канд. тех. наук, доцент **А.А. Мезенов**,  
ассистент **С.С. Блёскин**

Рецензент: ст. преподаватель **В.Я. Вульфберт**

**Цифровые технологии в переработке сельскохозяйственной продукции:** метод. указания по выполнению контрольной работы / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т; сост.: А.А. Мезенов, С.С. Блёскин. – Новосибирск, 2023. – 16 с.

Методические указания содержат рекомендации и задания по выполнению контрольной работы по дисциплине «Цифровые технологии в переработке сельскохозяйственной продукции».

Предназначены для студентов очной и заочной форм обучения магистратуры по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия.

Утверждены и рекомендованы к изданию методическим советом Инженерного института (протокол №3 от 31.10.2023 г.)

© Новосибирский государствен-  
ный аграрный университет, 2023

## **Оглавление**

ВВЕДЕНИЕ .....	4
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ .....	5
1.1 Порядок выполнения контрольной работы.....	5
1.2 Варианты заданий.....	5
1.3 Адаптация модели для 3D печати FDM .....	8
1.4 Настройка параметров печати (Слайсинг) .....	10
ПРИЛОЖЕНИЕ. Риски при печати .....	11

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время цифровизация систем управления технологическими процессами пищевых производств уже не является новинкой. 3D-прототипирование – это процесс создания физического прототипа объекта на основе его цифровой модели путем послойной 3D-печати. Такая технология изготовления изделий через наращивание объекта слой за слоем и взаимодействие со специальным программным обеспечением называется – аддитивной.

Цель изучения дисциплины – формирование у обучающихся целостного представления пространственного моделирования и проектирования объектов на компьютере, создание собственных моделей, развитие проектного, пространственного, технического мышления учащихся и творческого развития учащихся при выполнении проектов по 3D моделированию.

Задачи дисциплины:

- освоить методы 3D моделирования;
- усвоить предмет, смысл и назначение, а также ее роль в жизни человека;
- развить творческое мышление, в том числе и в профессиональной сфере деятельности;
- овладеть приемами 3D моделирования в профессиональной инженерной деятельности.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

Работа должна состоять из следующих разделов

1. Описание исходной модели
2. Адаптация модели для 3D печати FDM
3. Слайсинг
4. Риски при печати

### **1.1 Порядок выполнения контрольной работы**

1. В соответствии с заданием, разработать 3D-модель изделия в CAD-системе, например,

- a) AutoCad;
- б) Компас 3D и др.

2. Выполнить в CAD-системе чертеж макета клеммного соединения согласно ГОСТ. Чертеж сохранить в формате .jpeg или .pdf

3. Экспортировать (преобразовать) итоговый результат в формат для 3Dпечати – .stl. Перенести файл на флэш-накопителе в САМ-программу управления 3D-принтером:

- a) Blender;
- б) 3D Builder;
- с) GoogleSketchUp;
- д) Maya;
- е) Cura;
- ф) Tinkercad;
- г) Sketchup и др.

4. Модель сохранить в формате .stl

5. Открыть .stl файл изделия в программе управления 3D-принтером. Выбрать оптимальные настройки печати: экструдер (если их несколько), скорость печати, заполнение.

6. Сохранить снимок экрана с настройками для печати в формате .jpeg

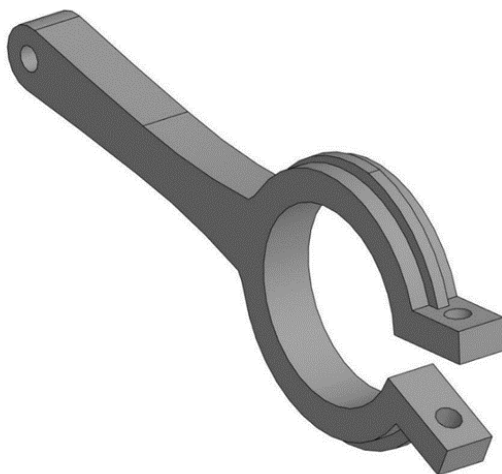
7. Напечатать и сдать

### **1.2 Варианты заданий**

#### ***Задание №1***

Техническое задание:

1. Сконструировать и изготовить макет клеммного соединения (рис. 1).



*Рис. 1 Пример клеммного соединения*

2. Выполнить чертеж макета клеммного соединения согласно ГОСТ.

3. Макет должен зажимать вал диаметром 20мм.

4. В макете необходимо предусмотреть отверстия или прорези для стягивания болтом М6 или М8.

5. На наружной цилиндрической поверхности хомута клеммного соединения предусмотреть ребро жесткости.

6. Постобработку не производить.

2.Адаптация модели для 3D печати FDM

3.Слайсинг

4.Риски при печати

### **Задание №2**

Техническое задание:

1. Сконструировать и изготовить макет байонетного соединения (рис. 2).

2. Выполнить чертеж макета байонетного соединения согласно ГОСТ.

3. Наименьший возможный диаметр трубы 20мм, наибольший возможный – 50мм.

4. Наименьший возможный диаметр стержня (замка) 4мм, наибольший возможный - 8мм.
5. Постобработку не производить.

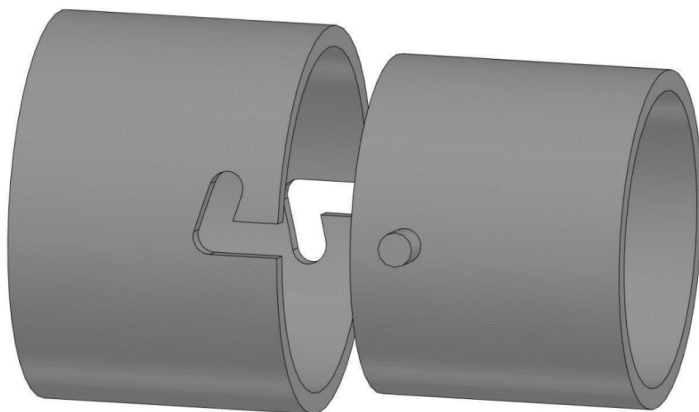


Рис. 2 Пример байонетного соединения

### ***Задание №3***

Техническое задание:

1. Сконструировать и изготовить макет резьбового соединения, состоящего из болта и гайки (рис. 3).
2. Выполнить чертеж макета резьбового соединения согласно ГОСТ.
3. Макет должен содержать болт диаметром от 8 мм до 20 мм.
4. В макете можно выполнить любой шаг резьбы.
5. Постобработку не производить.

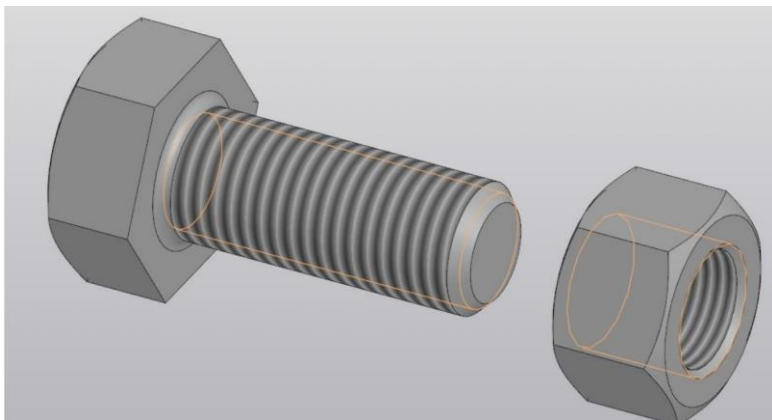


Рис. 3 Пример резьбового соединения

### 1.3 Адаптация модели для 3D печати FDM

1. При разработке любой 3D-модели в программе следует размещать деталь на ее наибольшем из плоских оснований, поскольку принтер наращивает модель снизу-вверх. Основание (плоскость модели, которая прилипнет к столу) должно быть плоской, без скруглений, без неровных отверстий или соприкосновений с маленькой площадью.

Если правило будет нарушено, может произойдет деламинация модели (отклеивание). Это приведет к плавущей геометрии детали.

2. Не допускается отсутствие целостности сетки модели, рваная топология. Модель, состоящая из нескольких объектов, должна быть соединена в общую топологическую сетку, путем применения булеиновых операций или инструментов ретопологии, встроенных в программы 3D-моделирования.

3. Расположение частей модели не должно противоречить законам физики. 3D-принтер не способен корректно распечатать абсолютно любую модель, и чем понятнее форма, тем ближе к задуманному будет результат печати.

4. Не допускается чрезмерная или недостаточная детализация модели.

Следует учитывать, что при масштабировании модели часть деталей может быть утрачена ввиду технических возможностей



принтера. Минимум навесивших элементов. Нависания приведут к необходимости использования поддержек и в любом случае не идеальному накладыванию слоев друг на друга

5. Ширина стенок стенки и любые тонкие детали должны быть толще, чем диаметр сопла (ширина прохода), иначе принтер ее совсем не напечатает. При ширине немного большей толщины сопла деталь может плохо напечататься. Не допускаются полностью пустотелые модели. У всех элементов модели должна быть толщина стенки, либо оно должны быть замкнуты. Модели должны быть твердотелыми или с заполнением от 10%.

7. Не допускается наложение и взаимопроникновение полигонов друг в друга. В случае необходимости подобных решений следует использовать изменение структурной сетки (см. п. а))

8. Не допускается отсутствие касательных граней и поверхностей –расположенные слишком близко границы слипнутся ввиду технологических особенностей печати. Следует соблюдать дистанцию минимум 100 микрон ( $1 \text{ мкм} = 0,001 \text{ мм} = 0,0001 \text{ см}$ ).

Точность зависит не только от типа пластика, высоты слоя, толщины слоя, но и от точности двигателей, работы слайлера, растяжения ремней, настройки принтера и так далее. В общем случае лучше всего, изменять размеры в сторону уменьшения объема детали на 0,2 мм, если хочется, чтобы детали входили друг в друга плотно, и на 0,3 в сторону уменьшения объема модели детали, если хочется, чтобы напечаталось без люфтов, но свободно вставлялось. Конечное доведение точности делается весьма индивидуально.

Узкие места тяжело отчищать от поддержек и в процессе отчистки они могут совсем отломаться. Если химический постобрабатывать деталь, то такие места могут совсем раствориться.

Большие модели лучше печатать частями, предусмотрев крепления по типу "ласточкин хвост", либо спланировать чем будете склеивать. Также следует помнить, что во время печати может произойти все, что угодно и если деталь печаталась несколько часов, то будет очень обидно.

При моделировании детали также следует помнить, что самое хрупкое место в детали будет между слоями пластика. Если вы знаете, как будет использоваться ваша деталь, то спланируете расположение слоев таким образом, чтобы нагрузка приводила не к расслоению.

## 1.4 Настройка параметров печати (Слайсинг)

Перед настройкой необходимо разместить деталь на столе. Это можно сделать перетаскиванием файла модели на экран программы. Важно: файл модели должен быть сохранен с расширением .STL

Деталь или детали разместить ближе к центру стола, на оптимальном расстоянии друг от друга. Изменить плоскость детали на оптимальную для печати. Когда детали выстроены на столе, можно перейти к настройкам.

Настройки печати производятся в блоке в правом верхнем углу (символ карандаша). С выпадающим меню перейти в режим "Свое". С помощью кнопки "бургер" (три горизонтальных полоски) выбрать пункт "Basic". Далее произвести настройку параметров. Какие-то параметры автоматический высчитываются из других, какие-то "подтягиваются" от "Активированного вида пластика". Остальные параметры настроить вручную:

- В тонких стенках убрать заполнение;

- Если деталь представляет собой корпус - поставить малое заполнение и большую толщину стенок;

- Если деталь это цельный объект - поставить заполнение выше, а толщину стенок меньше;

- Оценить необходимость установки поддержек;

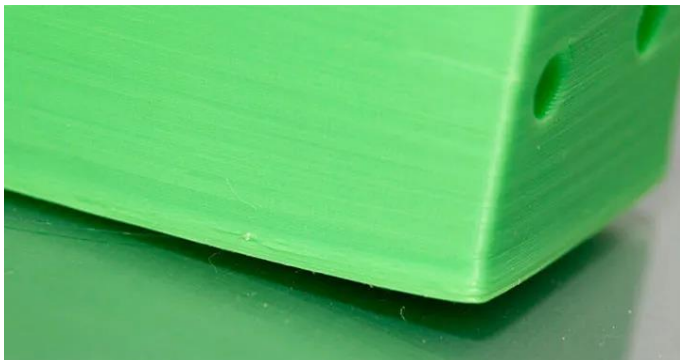
- Оценить необходимость установки каймы;

- Шаблон заполнения выбрать в зависимости от прочности планируемой детали.

Итоговую (заслайсенную) модель можно посмотреть во вкладке "Предварительный просмотр". Необходимо посмотреть все этапы печати и проверить на ошибки.

## ПРИЛОЖЕНИЕ. РИСКИ ПРИ ПЕЧАТИ

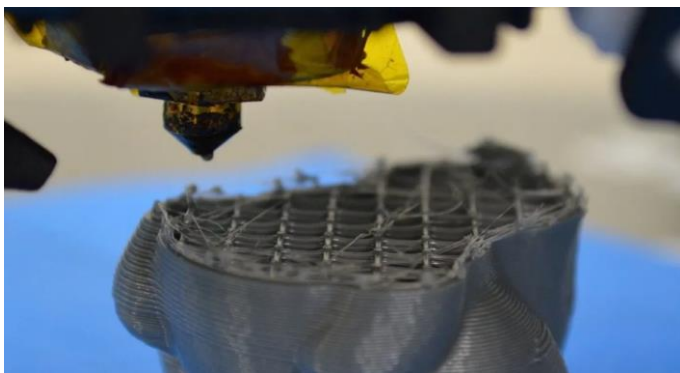
### ***1. Модель отклеивается от печатного стола или не липнет к нему***



Причины:

- Зазор между столом и соплом (Настройка стола)
- Плохая адгезия пластика (Клей для 3D печати)
- Низкая температура (Повысить температуру первых слоев на 5-10 градусов)
- Неправильная скорость и/или толщина печати первого слоя (толще слой, меньше скорость)

### ***2. Пластик не давится из сопла***



Причины:

- Забитое сопло (прочистить тонкой иглой, прожечь засор, заменить сопло)

- Низкая температура (Повысить температуру, проверить термистор/нагреватель/ПО)
- Пустой экструдер (Печать контура или прямой линии)
- Механизм подачи не исправен (Проверить и починить)

### ***3. Слоновья нога***



Причины:

- Высокая температура стола (снизить температуру первого слоя, включить обдув раньше)
- Маленький зазор между соплом и печатным столом (Настройка стола)

### ***4. Переэкструзия пластика***



Причины:

- Диаметр прутка толще, чем выставлено (Проверить)
- Неправильный коэффициент подачи (Настройка параметра вручную)

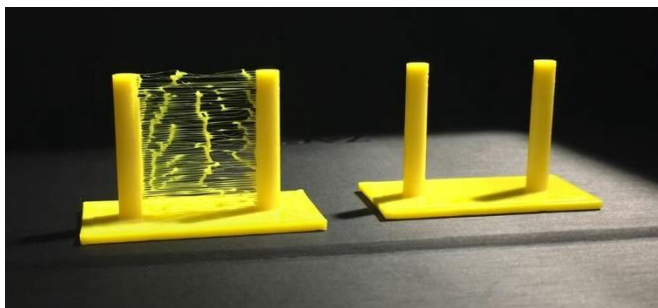
### ***5. Недоэкструзия пластика***



Причины:

- Диаметр прутка толще, чем выставлено (Проверить)
- Неправильный коэффициент подачи (Настройка параметра вручную)
- Засоренное сопло (Прочистить, заменить)

### ***6. Волосатость или паутинка на готовой модели***



Причины:

- Неправильный ретракт (Настроить скорость и величину ретракта)
- Высокая температура экструдера (Снизить температуру экструдера)

### ***7. Дырки и неровности на поверхности модели***



Причины:

- Недостаточный обдув (Увеличить скорость, проверить обдув)
- Мало верхних слоев (Количество верхних слоев больше шести)
- Маленький процент заполнения (Рекомендуется от 20%)

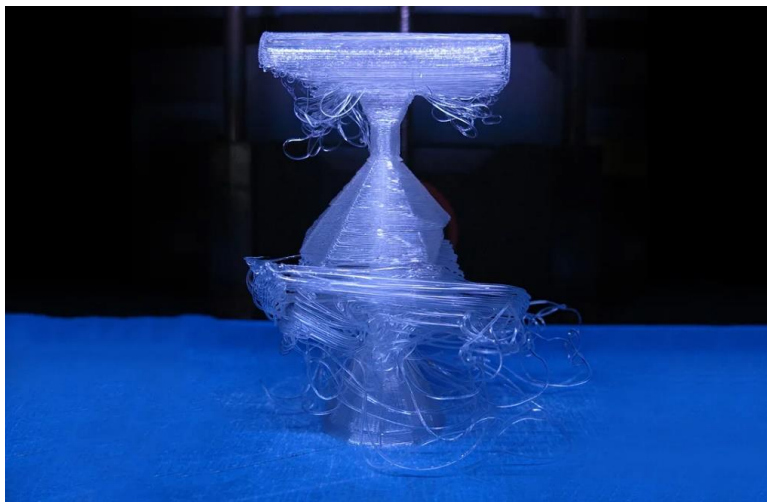
### ***8. Расслоение модели***



Причины:

- Сквозняки, резкое изменение температуры (Соблюдение режима печати)
- Низкая температура сопла (Повысить температуру)
- Внутреннее напряжение детали (Резкое остужение детали после конца печати)

### ***9. Провисание некоторых частей модели***



Причины:

– Висящая геометрия модели (Поддержки, печать по частям)



Составители: *Мезенов Артем Анатольевич*  
*Блёскин Сергей Сергеевич*

**Цифровые технологии в переработке  
сельскохозяйственной продукции**

**Методические указания  
по выполнению контрольной работы**

---

Подписано к печати 31.10.2023 г. Формат 60 × 84<sup>1/16</sup>  
Объем 0,9 уч.-изд. л. Изд. №47 Заказ №4  
Тираж 50 экз.

Отпечатано в типографии НГАУ  
630039, Новосибирск, ул. Добролюбова 160