УТВЕРЖДАЮ:

Генеральный директор ООО «ПЛМ УРАЛ»

Жураховский Владимир Георгиевич _____

М.П.

SIMMAX-ADDITIVE

Описание функциональных характеристик экземпляра программного обеспечения с описанием процессов, микроконтейнеров, расположения файлов ПО, его компонентов (в порядке пункта 11 «а» Правил формирования и ведения единого реестра российского ПО и единого реестра ПО из государств-членов ЕАЭС, за исключением РФ, утв. постановлением Правительства РФ от «16» ноября 2015 г. № 1236)

ООО «ПЛМ УРАЛ»

Россия, г. Екатеринбург

2025 год

1 Общие сведения

SIMMAX ADDITIVE (далее - ПО) – программное обеспечение, разработанное компанией «PLM URAL» предназначено для моделирования аддитивных процессов.

1.1 Назначение

ПО предназначено для решения инженерных задач аддитивного процесса. Решение задачи заключается в моделировании поведения выращиваемого изделия в предопределенных условиях до начала процесса изготовления изделия. На данный момент, они представлены задачами механической усадки.

Основным пользователем представляется инженер или технолог, в задачи которых входит моделирование процессов аддитивного выращивания изделия до момента практической реализации.

1.2 Принцип действия

Пользователь или ответственное лицо устанавливает программу на целевое устройство пользования. Перед началом работы пользователь импортирует сеточную модель и поддержки, заранее расположенные в необходимом положении, или конфигурирует положение модели с помощью средств графического интерфейса. После определения положения, пользователь задает конфигурацию генерации конечной сеточной модели. После генерации модели, пользователь проверяет на корректность модель и запускает генерацию граничных условий и расчета. По результатам расчета пользователь может увидеть поведение модели при выращивании изделия средствами аддитивных технологий. При необходимости, в процесс вносятся изменения на стадии определения положения модели и генерации сеточной модели.

2 Пользовательский интерфейс

Точкой входа в приложение является приветственная страница (рисунок 1). На этой странице пользователю представлен общий функционал по настройке работы программы (Настройки) и для начала работы в ней (меню файл).

Рисунок 1 – приветственная страница приложения

Настройки позволяют установить параметры для работы с проектом внутри программы. Контролл настроек позволяет устанавливать цвета объектам и группам по умолчанию, а также при выделении, устанавливать цвет фона, указывать путь к решателю, определять параметры освещения, прозрачности и проекции, устанавливать значения для шкалы результатов (приложение А)

Основное взаимодействие пользователя с программой происходит на рабочей странице (Рисунок 2). Данная страница представлена навигатором, консолью и сценой, которые позволяют изменять файл проекта.

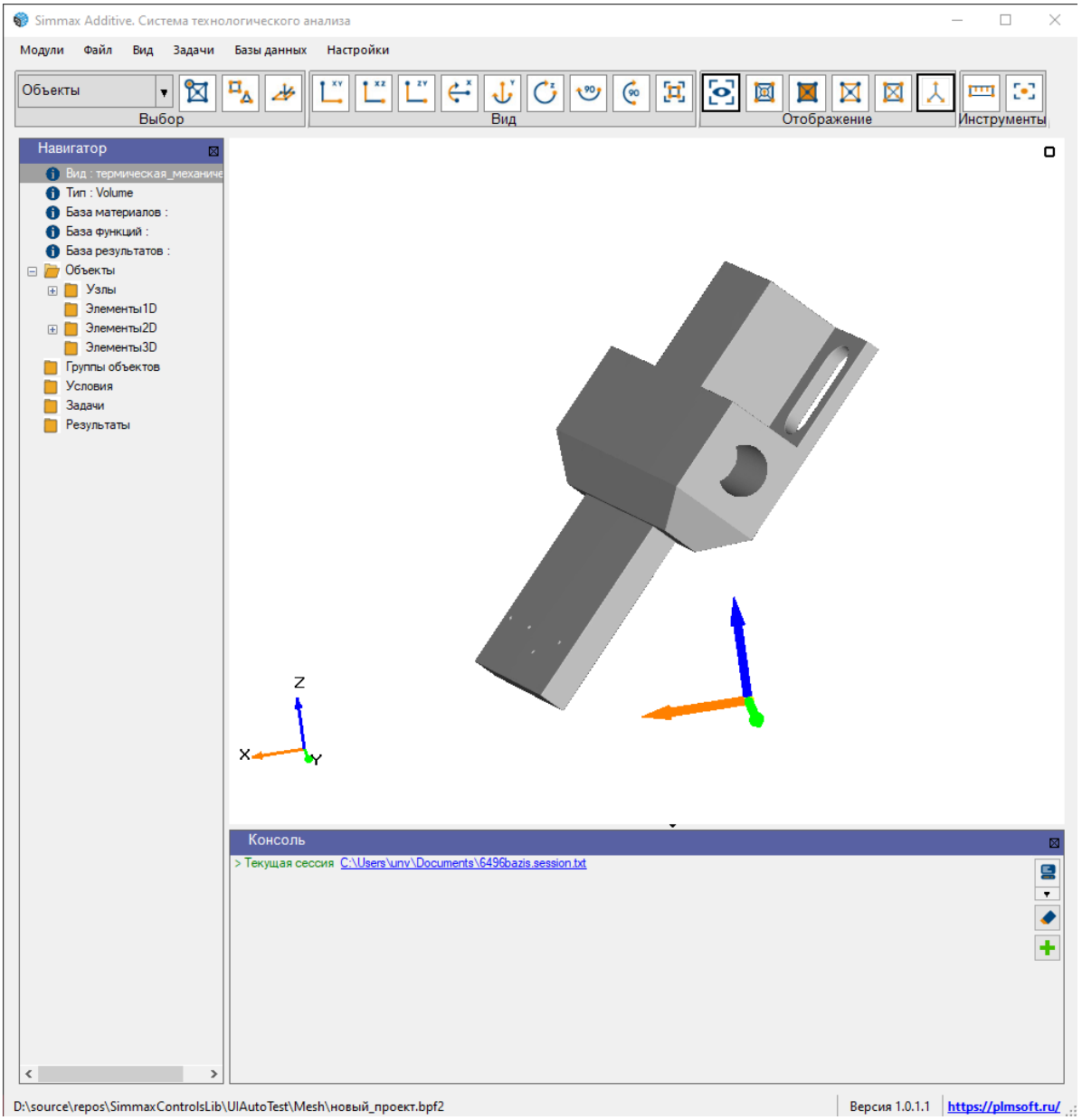


Рисунок 2 – рабочая страница SimmaxAdditive

Перед постановкой задач, пользователь может выбрать материал из уже определенных в базы данных материалов. То же относится и к функциям. Также пользователю доступна функция определения собственного материала или функции средствами контроллов работы с материалами и функциями (приложения Б1, Б2)

Также на рабочей странице присутствует расширенное меню для отображения графических элементов программы для навигации (навигатор и консоль) и для работы (задачи и базы данных). Из подменю «Задачи» можно открыть встроенную панель с контроллом установки параметров генерации сетки, постановки граничных условий и запуска решателя (приложение В).

3 Программные компоненты и совместимость

Зависимость клиентской части:

– ОС: Windows 10+.

Внешние зависимости:

– OpenTK 4.0.2+,

– NetOctree 2.1.11+,

– Newtonsoft.Json 13.0.3+,

– Bazis 1.0 (Model 4.5.3+, OperationalController 3.3.5+, Geometry 2.1.2+, PostProc 1.7.2+, PreProc 1.5.5+, ClientLogicCP 1.1.10+)

– SQLite (System.Data.SQLite 1.0.118, System.Data.SQLite.Core 1.0.118, System.Data.SQLite.EF6 1.0.118),

– VolumeMesher (AdditiveBoundPreProc 1.0.2.3+, AdditiveMesher 1.0.1.46+, Converter 1.0.2+),

– SurfaceMesher 0.9.2+

4 Структура

Структура приложения имеет иерархический вид. Приложение строится на базе общей платформы линейки Simmax. Данная платформа предоставляет набор контроллов и функций для работы обще-платформенных задач: работа с проектом, обновление сцены, выделение в навигаторе, выполнение команд консоли.

Главным компонентом приложения является BaseForm–компонент, предоставляющий подчиненным компонентам доступ к данным по проекту, а также обновлению данных по проекту. Также в ответственность компонента входит обращение для запуска приложения «Решатель».

Следующим по иерархии компонентом является страницу модуля – ToolStripPage. Данный компонент имеет доступ к средне-уровневым компонентам, таким как навигатор, консоль, сцена, мастер постановки задач. Модуль устанавливает общие правила демонстрации модели на сцене, а

также передает доступк проекту от BaseForm и обратно возвращает ему данные для обновления.

Средне-уровневые компоненты позволяют пользователю изменять состояние проекта с помощью соответствующих инструментов. Эти изменения каскадно поднимаются вверх до проекта и также каскадно спускаются вниз к этим компонентам для корректного отображения информации по проекту. Изменения, в основном, касаются навигатора, сцены и мастера постановки задач.

5 Правила установки

Перед установкой необходимо удалить предыдущие версии программы, если они были установлены ранее. Установка должна осуществляться на целевом устройстве с участием администратора устройства или сети. Установка должна производиться внутри системной директории: «.\ProgramFiles»,-для корректного поведения программы.

Установка осуществляется средствами мастера установки ПО от Microsoft. Для корректной установки необходимо следовать инструкциям, описанным в мастере установки.

6 Правила эксплуатации

Запуск приложения осуществляется с помощью вызова exeфайла приложения или ярлыка, вызывающего необходимый файл. Остановка приложения осуществляется с помощью клика на кнопку закрытия формы Windowsили на кнопку «Выход» в меню «Файл».

Работа с проектом осуществляется в директории, которая была определена импортированным файлом или директорией созданного проекта.

Импорт файлов баз данных осуществляется при открытии мастера постановки задач или при обращении к базе данных функций или материалов.

Основные функции приложения находятся в мастере постановки задач аддитивного процесса. Разбиение мастера на 3 блока позволяет последовательно выполнять необходимые действия на определенно этапе работы с программой.

В случае возникновения ошибок, необходимо ознакомиться с ее сообщением. Если ошибка предсказана, то будет присутствовать рекомендательные указания по ее разрешению. Например, при некорректно заданных параметрах плиты и попытке генерации сеточной модели возникнет сообщение: «неправильно заданы параметры плиты». При этом, плита останется на сцене для определения необходимых параметров для изменения.

Если ошибка более серьезная, необходимо сообщить в группу разработки сообщение об возникшей ошибке с сопутствующим описанием процесса возникновения ошибки, а также дополнительных рабочих материалов, для воспроизведения ошибки и дальнейшего ее решения.

7 Основные функциональные характеристики

1. Импорт STLмодели;

1.1. Предусловия: открытие приложения;

1.2. Триггер: клик на кнопку «Импорт сетки» в меню «Файл» на базовой форме;

1.3. Основной поток событий:

1.3.1. Открытие диалогового окна выбора необходимого файла;

1.3.2. Запуск асинхронного метода загрузки модели;

1.3.3. Уведомление пользователя CallBack-панелью с сообщением о текущем процессе импорта модели;

1.3.4. Создание и открытие модуля «Аддитивный процесс».

1.4. Альтернативные потоки: сообщение пользователю об ошибке импорта модели на панели;

1.5. Постусловие: открытый модуль аддитивного процесса с доступом к соответствующим функциям модуля;

2. Добавление сетки к имеющейся модели;

2.1. Предусловия: открытый проект в любом модуле приложения;

2.2. Триггер: клик на кнопку «Добавить сетку» в меню «Файл»;

2.3. Основной поток событий:

2.3.1. Открытие диалогового окна выбора необходимого файла;

2.3.2. Запуск асинхронного метода загрузки модели;

2.3.3. Уведомление пользователя CallBack-панелью с сообщением о текущем процессе импорта модели;

2.3.4. Обновление контроллов модуля (навигатор, сцена).

2.4. Альтернативные потоки: вывод сообщения об ошибке в консоль;

2.5. Постусловие: обновленная модель на сцене и в навигаторе.

3. Импорт поддержки (-ек);

3.1. Предусловия: открытый проект в модуле «Аддитивный процесс»;

3.2. Триггер: клик на кнопку «Импорт поддержек» в меню «Задачи»;

3.3. Основной поток событий:

3.3.1. Открытие диалогового окна выбора файла (-ов) поддержки (-ек) в *.STLформате;

3.3.2. Запуск асинхронного метода загрузки модели;

3.3.3. Уведомление пользователя CallBack-панелью с сообщением о текущем процессе импорта поддержки (-ек);

3.3.4. Обновление контроллов модуля (навигатор, сцена).

3.4. Альтернативные потоки: вывод сообщения об ошибке в консоль;

3.5. Постусловие: обновленная модель на сцене и в навигаторе.

4. Генерация сеточной модели;

4.1. Предусловия: импортированная модель, заполнение необходимых полей мастера постановки задач, отсутствие поддержек при генерации собственных поддержек или наличие поддержек без условия генерации собственных поддержек, выбор соответствующей инструкции для мастера постановки задач;

4.2. Триггер: клик на кнопку «Старт» в открытом мастере постановки задач аддитивного процесса;

4.3. Основной поток событий:

4.3.1. Запуск асинхронного метода генерации сетки;

4.3.2. Уведомление пользователя CallBack-панелью с сообщением о текущем процессе генерации сетки;

4.3.3. Рассечение сеточной модели;

4.3.4. Разбиение слоев на воксельные элементы;

4.3.5. Притяжение граничных узлов полученных элементов к исходной сетке;

4.3.6. Конвертация данных из сущностей генератора сетки в сущности проекта;

4.3.7. Установка состояния модуля (сетка сгенерирована);

4.3.8. Обновление контроллов модуля (навигаторе, сцена).

4.4. Альтернативные потоки: пометка неправильно заполненных полей мастера постановки задачи, сообщение в консоли об ошибке в ходе работы метода, отмена работы метода пользователем;

4.5. Постусловия: обновленная модель в навигаторе и сцене, доступ к заданию граничных условий.

5. Задание граничных условий;

5.1. Предусловия: сгенерированная сеточная модель, заполнение необходимых полей мастера постановки задач, выбор соответствующей инструкции для мастера постановки задач;

5.2. Триггер: клик на кнопку «Старт» в открытом мастере постановки задач аддитивного процесса;

5.3. Основной поток событий:

5.3.1. Запуск асинхронного метода генерации граничных условий;

5.3.2. Уведомление пользователя CallBack-панелью с сообщением о текущем процессе генерации сетки;

5.3.3. Генерация групп по сгенерированной модели;

5.3.4. Группирование слоев поддержек;

5.3.5. Задание граничных условий с помощью созданных групп;

5.3.6. Обновление контроллов модуля (навигатор и сцена);

5.4. Альтернативные потоки: пометка неправильно заполненных полей в мастере постановки задач,сообщение в консоли об ошибке в ходе проверки предыдущих этапов работы в мастере постановки задач, сообщение в консоли об ошбке в ходе работы постановки граничных условий, отмена работы метода пользователем;

5.5. Постусловия: обновленный навигатор, доступ к решению задачи.

6. Запуск расчета по модели и сгенерированным граничным условиям;

6.1. Предусловия: сгенерированная сеточная модель, заданные граничные условия, выбор запуска расчета, выбор соответствующих инструкций для мастера постановки задач;

6.2. Триггер: клик на кнопку «Старт» в открытом мастере постановки задач аддитивного процесса;

6.3. Основной поток событий:

6.3.1. Запуск события для старта расчета;

6.3.2. Сохранение проекта;

6.3.3. Запуск приложения решателя;

6.3.4. Загрузка необходимых данных проекта;

6.3.5. Решение задачи по поставленным условиям.

6.4. Альтернативные потоки: сообщение в консоли об ошибке в ходе проверки предыдущих этапов работы в мастере постановки задач, сообщение в консоли приложения решателя об возникшей ошибке;

6.5. Постусловия: использование полученных баз данных результатов в соответствующем модуле результатов.

7. Просмотр полей результатов;

7.1. Предусловия: завершение расчета решателем задачи аддитивного процесса, сохраненный проект, для которого был произведен расчет, открытие модуля результатов, загрузка базы данных результатов, открытие контролла показа результатов по кнопке «Показать время» в подменю «Результаты», выбор заголовка результатов в навигаторе;

7.2. Триггер: клик на строку времени в контролле показа результатов;

7.3. Основной поток событий:

7.3.1. Загрузка значений по соответствующему заголовку результатов и временной точке в БД результатов;

7.3.2. Определение значений шкалы отображаемых полей;

7.3.3. Построение полей результатов по модели и значениям из БД результатов;

7.3.4. Отображение шкалы результатов;

7.3.5. Отображение полей результатов по модели.

7.4. Альтернативные потоки: требование выбора заголовка результатов, вывод сообщения об ошибке в консоли;

7.5. Постусловия: отображение полей результатов на модели.

8 Технологический стек

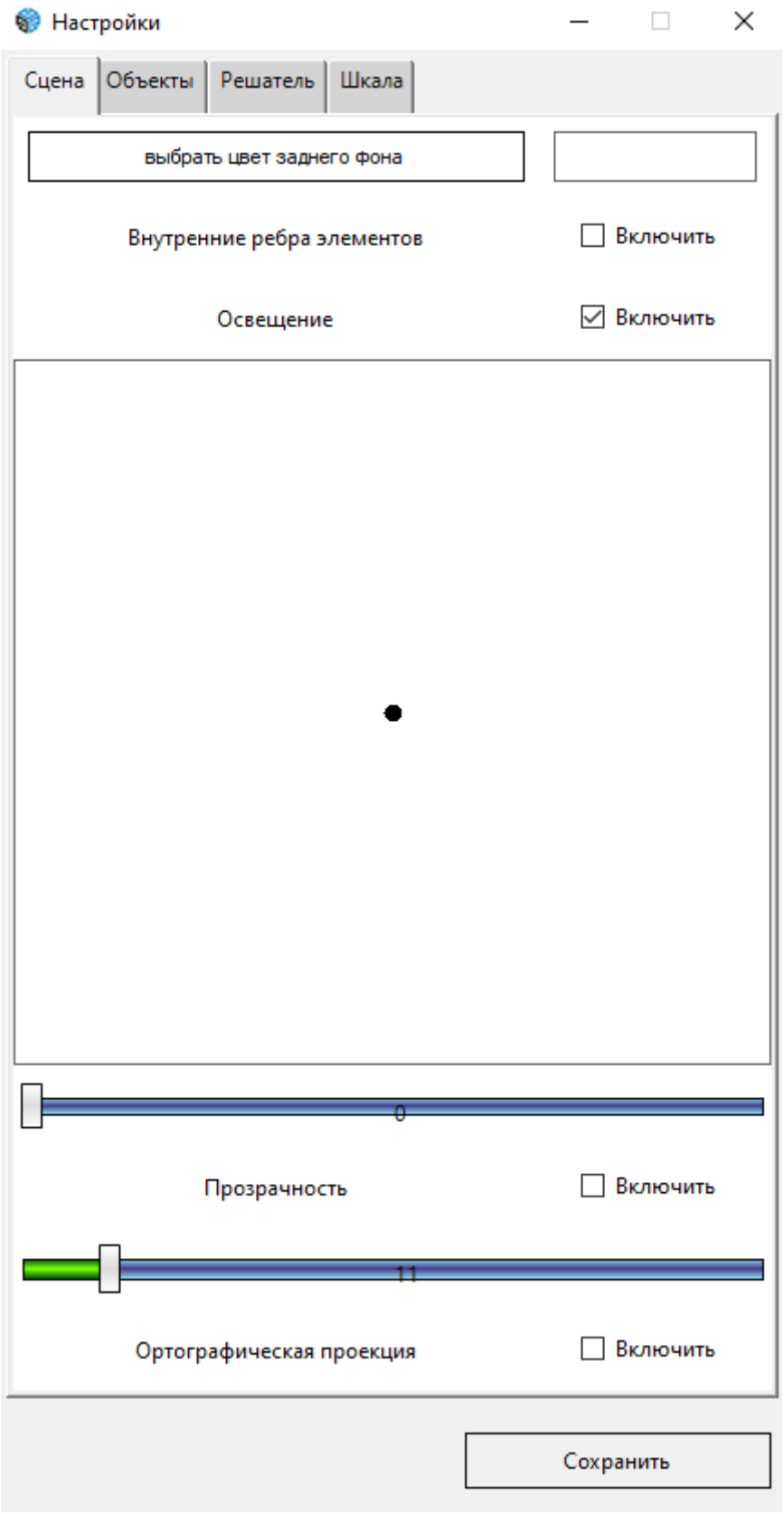
– Клиентское приложение: WinForms,

– Платформы: .NET 8.0,.NetFramework 4.8, .netstandard 2.0

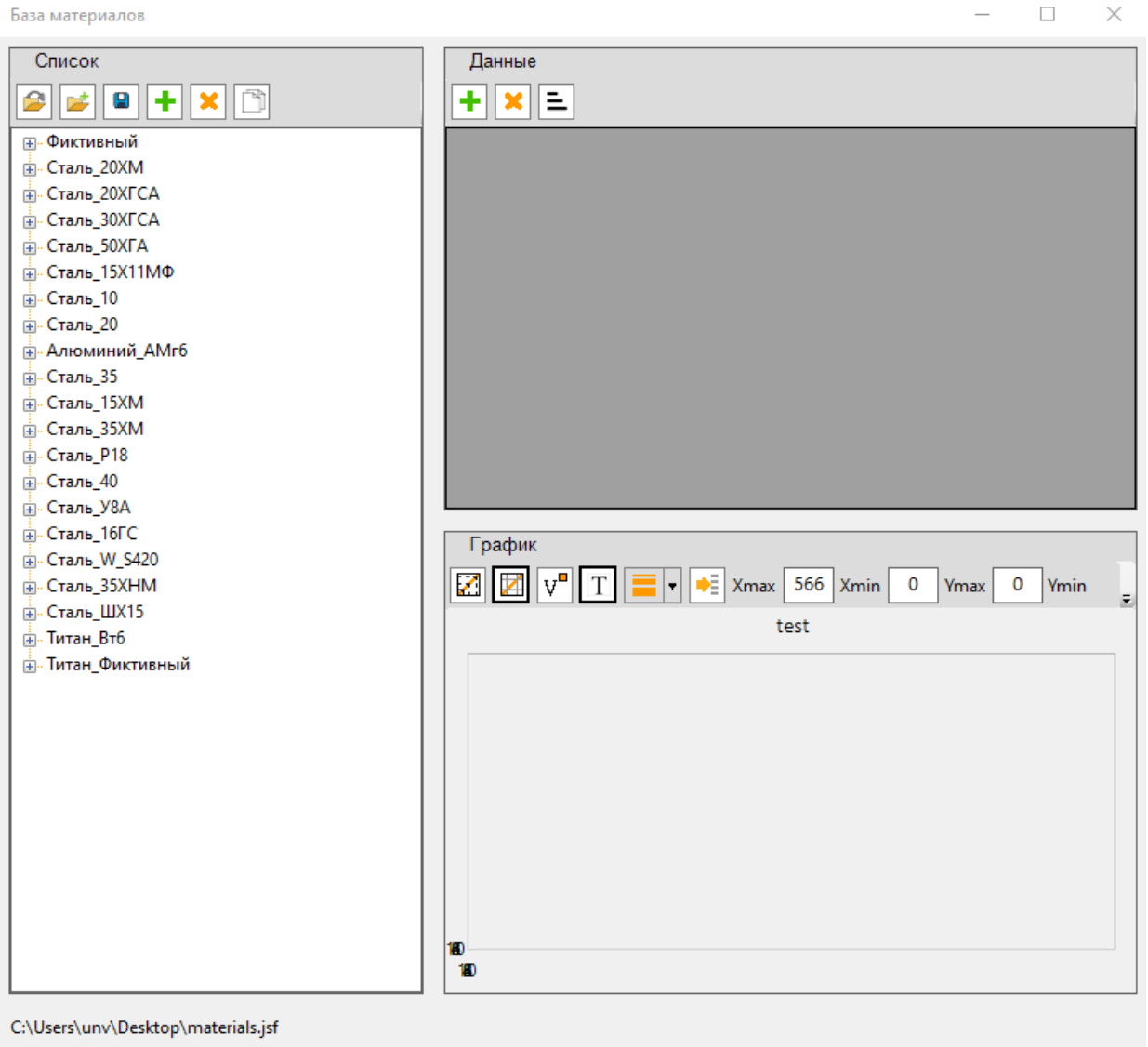
– Язык программирования C# 10

– Хранение результатов: SQLite 1.0.118.

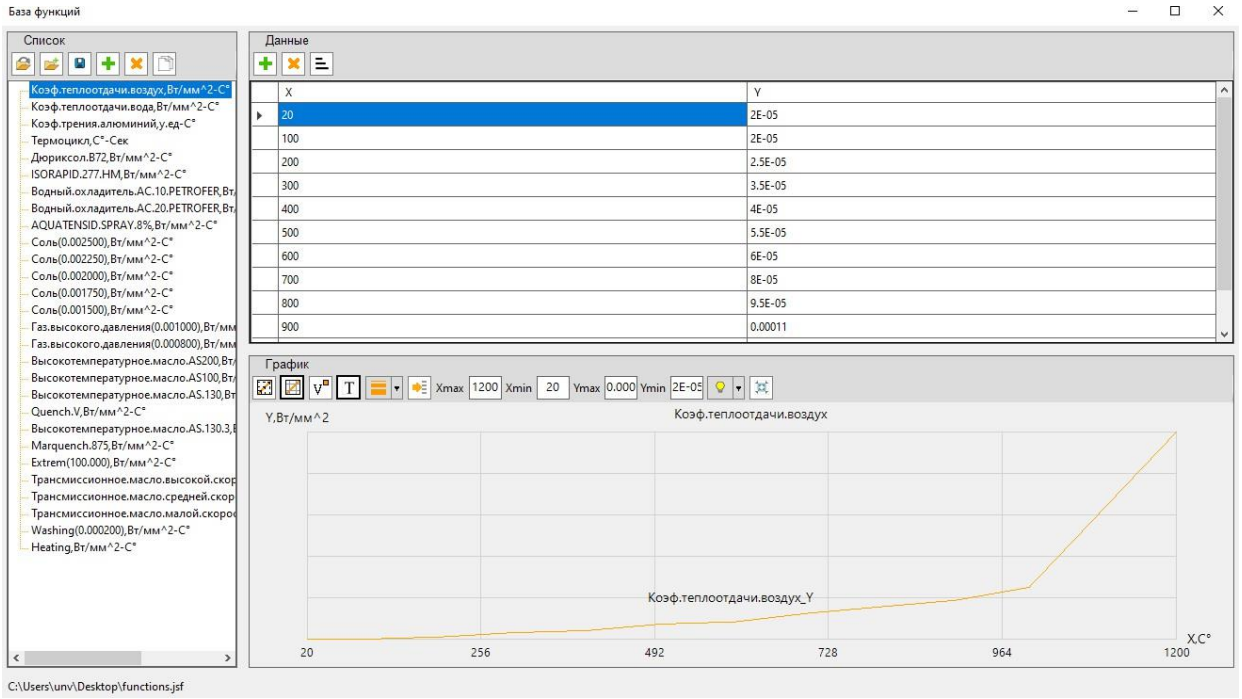
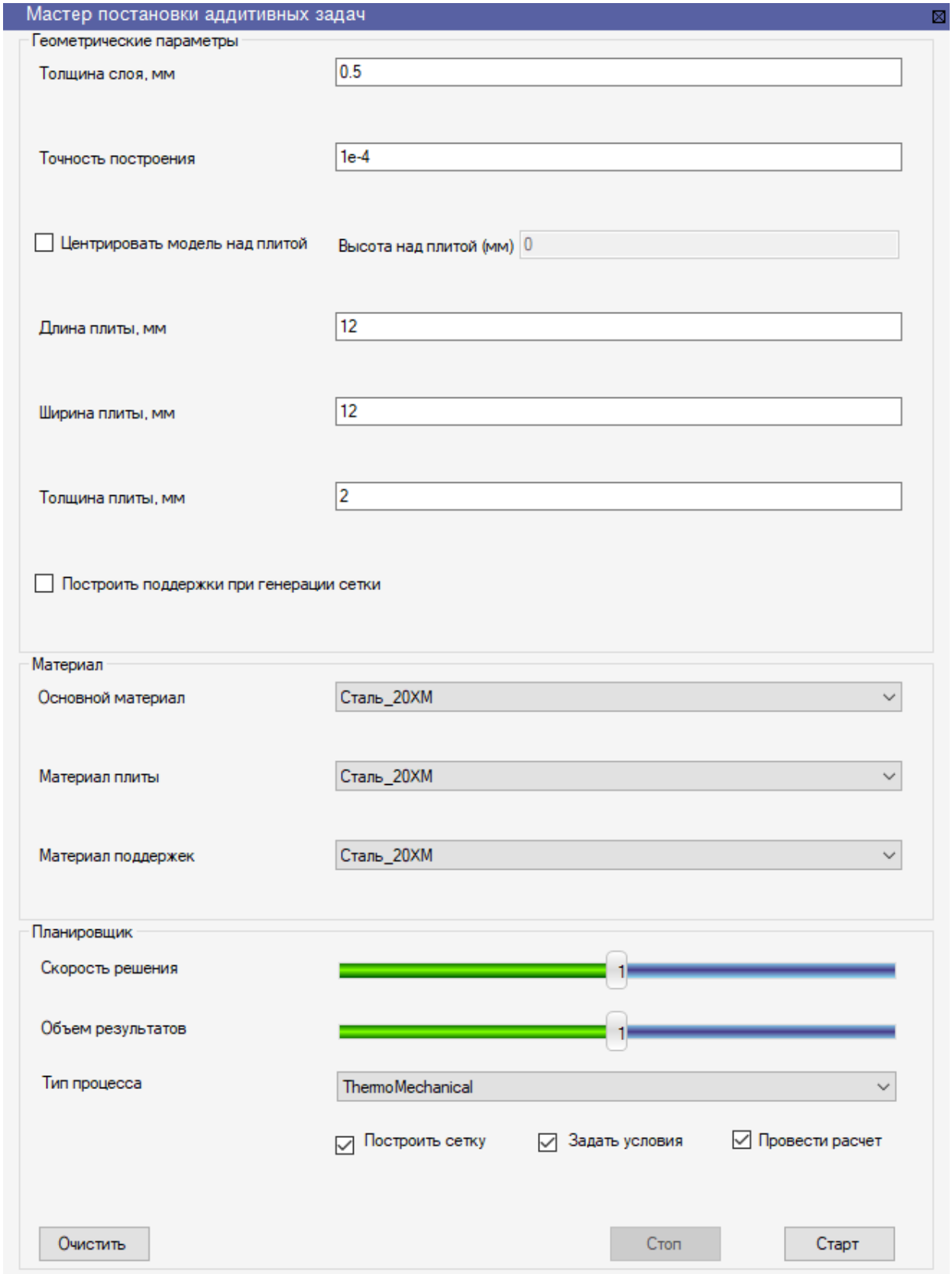
Приложение А – Контролл настроек



Приложение Б1 – контролл работы с базой данных материалов



Приложение Б2 – контролл работы с базой данных функций



Приложение В – контролл задания параметров параметров для решения задачи аддитивного процесса