

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «КнАГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

И.В. Макурин

«\_\_» 20\_\_ г.

**ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ В ОБЛАСТИ  
СКВОЗНОГО КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Для педагогических работников университета,  
задействованных в образовательных программах  
инженерно-технического профиля,  
предусматривающих подготовку бакалавров и специалистов

Форма обучения	очная
Технология обучения	традиционная
Трудоемкость дисциплины	2 з.е.
Язык преподавания	русский

Программа повышения квалификации  
обсуждена и одобрена на заседании  
учебно-методического совета универси-  
тета


Протокол № \_\_\_\_\_ от  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Председатель УМС

  
Макурин И.В.  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

СОГЛАСОВАНО

Директор библиотеки

  
И.А. Романовская  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.


Начальник УМУ

  
Е.Е. Поздеева  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

Директор ИДПО

  
М.Ю. Сарилов  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

Автор рабочей программы дисциплины  
зав. кафедрой САПР, к.т.н., доцент

  
Колыхалов Д.Г.,  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

## Введение

Специфика технического вуза предусматривает подготовку бакалавров, магистров и специалистов инженерно-технического профиля самого высокого уровня, обладающих необходимыми компетенциями, востребованными на современных предприятиях.

Существующие и прогнозируемые потребности промышленных предприятий предусматривают широкое использование современных методов и средств организации производства, а также новых компетентных сотрудников, владеющих современным программным обеспечением в области CAD/CAM/CAE – технологий.

Приоритетная задача современного вуза заключается в приведении в соответствие теоретических знаний с современными умениями и навыками использования программных продуктов в области CAD/CAM/CAE.

Современные CAD/CAM/CAE программные продукты позволяют кардинально изменить подход в преподавании студентам таких дисциплин как «Начертательная геометрия», «Инженерная графика», «Детали машин и основы конструирования», «Сопrotивление материалов», «Термодинамика», «Механика жидкости и газов», «Подготовка производства» и многих других.

Преподаватель высшей школы, несомненно, обладает высоким уровнем теоретических знаний в рамках своих дисциплин, но, как показывает практика, недостаточно владеет специализированными компьютерными программами в своей предметной области, и зачастую их не использует в рамках образовательного процесса.

Особенность данной программы повышения квалификации заключается в том, что она в первую очередь направлена на повышение квалификации преподавателя общепрофессиональных и специальных технических дисциплин в области современных CAD/CAM/CAE – технологий.

В связи с этим, при изложении материала следует избегать подробного изложения теории, поскольку преподаватель обладает соответствующими теоретическими знаниями, а сосредоточиться на конкретных умениях и навыках работы в соответствующих программных продуктах.

Программа повышения квалификации учитывает требования профессионального стандарта (ПС) «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования», утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 8 сентября 2015 г. N 608н (Зарегистрировано в Минюсте России 24.09.2015 N 38993) и направлена на реализацию образовательных программ бакалавриата, специалитета, магистратуры и ДПП.

Программа ориентирована на развитие обобщенной трудовой функции «Преподавание» по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры и ДПП, ориентированным на соответствующий уровень квалификации» (код I).

Программа направлена на развитие (формирование) следующих компетенций:

1. Готовность к разработке новых методов и технологий преподавания учебных курсов, дисциплин (модулей) по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры и ДПП, ориентированным на соответствующий уровень квалификации;
2. Способность к управлению процессами и деятельностью группы специалистов, участвующих в реализации образовательных программ бакалавриата, специалитета, магистратуры и ДПП, ориентированным на соответствующий уровень квалификации;
3. Готовность к профессиональной поддержке специалистов, участвующих в реализации учебных курсов, дисциплин (модулей), организации учебно-профессиональной, исследовательской, проектной и иной деятельности обучающихся по программам ВО и (или) ДПП;
4. Способность к руководству научно-исследовательской, проектной, учебно-профессиональной и иной деятельностью обучающихся по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры и (или) ДПП;
5. Способность к разработке научно-методического обеспечения реализации курируемых учебных курсов, дисциплин (модулей) программ бакалавриата, специалитета, магистратуры и (или) ДПП;
6. Готовность к преподаванию учебных курсов, дисциплин (модулей) по программам бакалавриата специалитета. магистратуры и (или) ДПП.

Таблица 1 – Распределение нагрузки

Вид нагрузки	Объем в часах
Лекции	6
Лабораторно-практические занятия	66
Общее количество часов	72

## 1 Пояснительная записка

### 1.1 Предмет, цели, задачи и принципы построения дисциплины

*Предмет дисциплины* – изучение принципов взаимодействия современных компьютерных технологий с различными областями деятельности в науке и образовании, в частности работы прикладных программ, компьютерных методов, информационных технологий и т.д.

*Цель дисциплины* - формирование у преподавателей навыков и умений в области применения компьютерных технологий в образовании, развитие информационной культуры, подготовку их к изменениям в профессиональной деятельности в сфере науки и образования.

*Задачи изучения курса* повышения квалификации состоят в удовлетворении требований к уровню преподавателей высшей школы в области новых информационных компьютерных технологий, прикладных программ, систем автоматизированного проектирования и предварительной подготовки производства.

*Принципы построения дисциплины:*

- принцип научности (при изучении теоретического материала, как во время аудиторных занятий, так и при самостоятельном изучении разделов курса, слушатели знакомятся с общей методологией моделирования. Этому способствуют использование проблемных ситуаций, в том числе ситуаций личностного выбора, специальное обучение умению наблюдать явления, фиксировать и анализировать результаты наблюдений);

- принцип логики (материал структурирован, логически выстроен и все его элементы взаимосвязаны);

- принцип сочетания индукции и дедукции (программа предполагает продвижение материала, как от частного к общему, так и от общего к частному, что выражается в изучении некоторого количества программных продуктов, нацеленных на конкретные задачи в области науки и образования, таки и обратные задачи, заключающиеся в выборе частных прикладных программ при работе в определенной области науки и образования)

- принцип саморазвития (курс построен таким образом, чтобы слушатели получали стимул к самосовершенствованию и самообразованию: так, например, в мире существует несколько сотен CAD/CAM/CAE приложений, которые невозможно охватить в рамках данного курса, поэтому слушатель, на базе полученных знаний и умений должен быть в состоянии освоить любую новую программу).

- принцип творчества и самореализации (курс основан на работе интуитивного мышления, наблюдения, эксперимента, анализа и синтеза различных задач в сфере науки и образования и предоставления слушателям возможности выполнения творческих заданий)

## 1.2 Роль и место реализуемой программы повышения квалификации в общей системе дополнительного образования и повышения квалификации сотрудников и преподавателей

*Роль программы повышения квалификации* заключается в получении преподавателем знаний умений и навыков в области современных компьютерных технологий, которые понадобятся ему в дальнейшей научной и образовательной деятельности.

Процесс освоения программы направлен на формирование у преподавателей знаний, умений и владений следующих компетенций:

- ЗНАТЬ: современные инструменты проектирования и анализа конструкций и технологических процессов

- ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в CAD/CAM/CAE/PDM системах

## 1.3 Объемы учебной работы и предусмотренные рабочими учебными планами реализуемой образовательной программы формы аттестации ее результатов

Общий объем учебной нагрузки по программе повышения квалификации - 72 часа.

Данная дисциплина может быть освоена преподавателем, как в течение 12 дней по 6 часов в день, так и в течение 18 недельного семестра по 4 часа в неделю. Вследствие занятости преподавателей, рекомендуется планировать повышение квалификации в течение 8 недель (8-10 часов в неделю), исходя из этой рекомендации, в таблице 2 представлена характеристика трудоемкости программы.

Таблица 2 – Характеристика трудоемкости программы повышения квалификации

Наименование показателей	Модуль	Значение трудоемкости						
		Всего			в том числе:			
		зет	часы		аудиторные занятия, часы		самостоятельная работа в часах	промежуточная аттестация в часах
			всего	в неделю	всего	в неделю		
1 Трудоемкость дисциплины в целом (по рабочему учебному плану)	8 недель	2	72	8-10	72	8-10	0	–

программы)								
------------	--	--	--	--	--	--	--	--

#### 1.4 Входные требования для освоения дисциплины

Высшее образование по специальностям и направления инженерно-технического профиля

## 2 Структура программы повышения квалификации

Структурная схема программы повышения квалификации с указанием основных тем и видов занятий, рассматриваемых в рамках каждой темы, представлена в таблице 2.

Таблица 3 – Структура и содержание программы повышения квалификации

	Наименование разделов	Содержание разделов	Трудоемкость разделов, академические часы	Основные результаты изучения разделов
				Знания, умения, владения компетенций
1	2	3	4	5
1	CAD – computer-aided design	Автоматизация двумерного и/или трехмерного геометрического проектирования, создания конструкторской и/или технологической документации	24	ЗНАТЬ: современные инструменты проектирования и анализа конструкций и технологических процессов; ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в CAD/CAM/CAE/PDM системах
2	CAE – computer-aided engineering	Средства автоматизации инженерных расчетов, анализа и симуляции физических процессов, динамическое моделирование, проверка и оптимизация изделий	24	ЗНАТЬ: современные инструменты проектирования и анализа конструкций и технологических процессов; ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в CAD/CAM/CAE/PDM системах
3	CAM – computer-aided manufacturing	Средства технологической подготовки производства изделий, обеспечивающие автоматизацию программирования и управления оборудования с ЧПУ	24	ЗНАТЬ: современные инструменты проектирования и анализа конструкций и технологических процессов; ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в CAD/CAM/CAE/PDM системах
В целом по дисциплине:			72	-

### 3 Календарный график изучения дисциплины

#### 3.1 График проведения лекционных занятий

В процессе освоения программы повышения квалификации предусмотрены лекции объемом 6 академических часов. Лекционные занятия предназначены для теоретического осмысления и обобщения сложных разделов курса, которые освещаются, в основном, на проблемном уровне. Каждый новый раздел начинается с лекции, соответственно лекции посвящены последовательно САД, САЕ и САМ технологиям.

График лекционных занятий представлен в таблице 4.

Таблица 4 - Программа лекций для очной формы обучения

Тематика лекций	Трудоемкость (академические часы)		Ориентация материала лекций на формирование
	Лекции в целом	в том числе с использованием активных методов обучения	Знаний, умений и навыков компетенций
1	2	3	4
Современные САД - системы, возможности, достоинства, проблемы. Двухмерное и трехмерное моделирование. Концепция мастер-геометрии.	2	Лекция-беседа 2	ЗНАТЬ: современные инструменты проектирования и анализа конструкций и технологических процессов;
Современные САЕ - системы, возможности, достоинства, проблемы. Метод конечных элементов, линейная и нелинейная статика, динамика, термодинамика, механика сплошных сред.	2	Лекция-беседа 2	ЗНАТЬ: современные инструменты проектирования и анализа конструкций и технологических процессов;
Современные САМ - системы, возможности, достоинства, проблемы. Программирование обработки на станках с ЧПУ, гибкие ав-	2	Лекция-беседа 2	ЗНАТЬ: современные инструменты проектирования и анализа конструкций и технологических процессов;



томатизированные производственные системы			
<b>Итого в целом по дисциплине</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	–

В ходе проведения лекционных занятий могут использоваться такие методы активного обучения, как проблемная лекция, лекция-беседа, лекция-визуализация, дискуссия.

### 3.2 График проведения лабораторных занятий

Каждый раздел программы повышения квалификации содержит 22 часа практических занятий. График практических занятий представлен в таблице 5.

Таблица 5 - Программа лабораторных занятий для очной формы обучения

№	Наименование лабораторных работ (работ, реализуемых с использованием ПЭВМ)	Трудоемкость (академические часы)	Основные планируемые результаты	
			Знания, умения, навыки	Компетенции
1	Лабораторная работа: <b>Работа с базовыми примитивами</b> (обучающиеся изучают типы базовых примитивов: блок, цилиндр, конус, сфера; учатся размещать их в пространстве, при помощи рабочей системы координат).	1	Знает основы работы в приложениях САД САПР «тяжелого» уровня. Умеет работать со всеми видами 3D операций, для проектирования конструкций, умеет анализировать конструкции	ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в САД/CAM/CAE/PDM системах
2	Лабораторная работа: <b>Базовые кривые</b> (обучающиеся изучают возможности построения линий, окружностей, сплайнов и других элементов построения в эскизах).	1	Знает основы работы в приложениях САД САПР «тяжелого» уровня. Умеет работать со всеми видами 3D операций, для проектирования конструкций, умеет анализировать конструкции	ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в САД/CAM/CAE/PDM системах
3	Лабораторная работа: <b>Построение сплайнов</b> (Построение сплайнов и других кривых, лежащих в основе конусного сечения.).	1	Знает основы работы в приложениях САД САПР «тяжелого» уровня. Умеет работать со всеми видами 3D операций, для проектирования конструкций, умеет анализировать конструкции	ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в САД/CAM/CAE/PDM системах

4	Лабораторная работа: <b>Организация файлов координат точек</b> (обучающиеся изучают возможности создания параметрических файлов с координатами точек.).	1	Знает основы работы в приложениях CAD САПР «тяжелого» уровня. Умеет работать со всеми видами 3D операций, для проектирования конструкций, умеет анализировать конструкции	ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в CAD/CAM/CAE/PDM системах
5	Лабораторная работа: <b>Дополнительные операции кривых</b> (обучающиеся изучают возможности смещения, объединения, упрощения и т.д.).	1	Знает основы работы в приложениях CAD САПР «тяжелого» уровня. Умеет работать со всеми видами 3D операций, для проектирования конструкций, умеет анализировать конструкции	ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в CAD/CAM/CAE/PDM системах
6	Лабораторная работа: <b>Операции изменения формы</b> (обучающиеся изучают различные типы операций 3D моделирования: выталкивание, вращение, скругление, уклон, оболочка и т.д., на примере базовых примитивов, с учетом булевских операций).	1	Знает основы работы в приложениях CAD САПР «тяжелого» уровня. Умеет работать со всеми видами 3D операций, для проектирования конструкций, умеет анализировать конструкции	ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в CAD/CAM/CAE/PDM системах
7	Лабораторная работа: <b>Построение эскизов</b> (обучающиеся изучают возможности построения плоскостей эскизов в привязке к системам координат, к элементам на 3D-объектах и т.д.)	1	Знает основы работы в приложениях CAD САПР «тяжелого» уровня. Умеет работать со всеми видами 3D операций, для проектирования конструкций, умеет анализировать конструкции	ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в CAD/CAM/CAE/PDM системах
8	Лабораторная работа: <b>Работа в эскизах</b> (обучающиеся изучают возможности построения линий, окружностей, сплайнов и других элементов построения в эскизах).	1	Знает основы работы в приложениях CAD САПР «тяжелого» уровня. Умеет работать со всеми видами 3D операций, для проектирования конструкций, умеет анализировать конструкции	ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в CAD/CAM/CAE/PDM системах
9	Лабораторная работа: <b>Размеры</b> (обучающиеся изучают возможности построения размеров, из взаимной увязки, работа с размерами в панели размеров и т.д.).	1	Знает основы работы в приложениях CAD САПР «тяжелого» уровня. Умеет работать со всеми видами 3D операций, для проектирования	ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в CAD/CAM/CAE/PDM систе-

			конструкций, умеет анализировать конструкции	мах
10	Лабораторная работа: <b>Ограничения</b> (обучающиеся изучают возможности создания ограничений в эскизах, анимации и т.д.).	1	Знает основы работы в приложениях САД САПР «тяжелого» уровня. Умеет работать со всеми видами 3D операций, для проектирования конструкций, умеет анализировать конструкции	ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в САД/САМ/САЕ/PDM системах
11	Лабораторная работа: <b>Создание параметрических увязок по эскизу</b> (обучающиеся изучают возможности параметризации профилей в эскизах, создание переменных, увязка переменных и т.д.).	1	Знает основы работы в приложениях САД САПР «тяжелого» уровня. Умеет работать со всеми видами 3D операций, для проектирования конструкций, умеет анализировать конструкции	ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в САД/САМ/САЕ/PDM системах
12	Лабораторная работа: <b>Работа с внешними и внутренними переменными</b> (обучающиеся изучают возможности экспорта и импорта переменных для параметрического переключения чертежа).	1	Знает основы работы в приложениях САД САПР «тяжелого» уровня. Умеет работать со всеми видами 3D операций, для проектирования конструкций, умеет анализировать конструкции	ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в САД/САМ/САЕ/PDM системах
13	Лабораторная работа: <b>Построение видов на чертеже по 3D-модели</b> (обучающиеся изучают возможности САД-систем по построению 2D-моделей по 3D-моделям).	1	Знает основы работы в приложениях САД САПР «тяжелого» уровня. Умеет работать со всеми видами 3D операций, для проектирования конструкций, умеет анализировать конструкции	ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в САД/САМ/САЕ/PDM системах
14	Лабораторная работа: <b>Построение сечений на чертеже по 3D-модели</b> (обучающиеся изучают возможности САД-систем по созданию сечений и разрезов на чертежах по видам 3D-модели).	1	Знает основы работы в приложениях САД САПР «тяжелого» уровня. Умеет работать со всеми видами 3D операций, для проектирования конструкций, умеет анализировать конструкции	ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в САД/САМ/САЕ/PDM системах
15	Лабораторная работа: <b>Обозначения на чертежах</b> (обучающиеся изучают возможности САД-систем по нанесению размеров на проекции, виды, сечения и	1	Знает основы работы в приложениях САД САПР «тяжелого» уровня. Умеет работать со всеми видами 3D операций, для проектирования	ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в САД/САМ/САЕ/PDM систе-

	<i>т.д.).</i>		конструкций, умеет анализировать конструкции	мах
16	Лабораторная работа: <b>Сопряжение сборки</b> (обучающиеся изучают возможности добавления и перемещения компонентов в сборочном поле, а также учатся сопрягать компоненты для окончательного установления привязок сборки)	1	Знает основы работы в приложениях CAD САПР «тяжелого» уровня. Умеет работать со всеми видами 3D операций, для проектирования конструкций, умеет анализировать конструкции	ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в CAD/CAM/CAE/PDM системах
17	Лабораторная работа: <b>Работа в редакторе геометрических связей</b> (обучающиеся изучают возможности использования редактора геометрических связей Wave для создания ассоциативной сборки)	1	Знает основы работы в приложениях CAD САПР «тяжелого» уровня. Умеет работать со всеми видами 3D операций, для проектирования конструкций, умеет анализировать конструкции	ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в CAD/CAM/CAE/PDM системах
18	Лабораторная работа: <b>Проверка зазоров в сборке</b> (обучающиеся изучают возможности использования команды проверок зазоров в сборках с помощью специализированной команды)	1	Знает основы работы в приложениях CAD САПР «тяжелого» уровня. Умеет работать со всеми видами 3D операций, для проектирования конструкций, умеет анализировать конструкции	ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в CAD/CAM/CAE/PDM системах
20	Лабораторная работа: <b>Работа с блоком анализа</b> (обучающиеся изучают возможности использования блока анализа для оценки радиусов эллиптических фигур)	1	Знает основы работы в приложениях CAD САПР «тяжелого» уровня. Умеет работать со всеми видами 3D операций, для проектирования конструкций, умеет анализировать конструкции	ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в CAD/CAM/CAE/PDM системах
21	Лабораторная работа: <b>Геометрия и отклонения</b> (измерения расстояний, построения эпюр кривизны, измерение объема и тд.	1	Знает основы работы в приложениях CAD САПР тяжелого уровня. Умеет работать со всеми типами объемных операций, для проектирования конструкций и проектирования технологической оснастки. Владеет основными навыками использования программного обеспечения	ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в CAD/CAM/CAE/PDM системах

			САПР	
22	Лабораторная работа: <b>Анализ формообразования листовых изделий</b> (обучающиеся изучают методы предварительного анализа формообразования).	1	Знает основы технологической подготовки производства с использованием автоматизированных систем. Умеет использовать программные продукты для проектирования элементов технологического оснащения производств. Умеет анализировать технологическое оснащение с позиций задач технологической подготовки производства	ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в CAD/CAM/CAE/PDM системах
ИТОГО по первому разделу 22 часа				
23	Лабораторная работа: <b>Решение стержневой системы МКЭ</b> (обучающиеся изучают: порядок разбиения конструкции на КЭ, задание обобщенных перемещений и формирование матрицы индексов; расчет матрицы жесткости типового КЭ и формирование общей матрицы жесткости конструкции; порядок формирования матрицы узловых усилий, решение системы уравнений и анализ результатов).	2	Знает основы математического моделирования и программирования. Знает основы метода конечных элементов.	ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в CAD/CAM/CAE/PDM системах
24	Лабораторная работа: <b>Материалы и свойства</b> (обучающиеся изучают способы задания материалов и различных свойств конечным элементам конструкции).	2	Владеет навыками подготовки конструкций к инженерным расчетам.	ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в CAD/CAM/CAE/PDM системах
25	Лабораторная работа: <b>Создание сеток на геометрических объектах</b> (обучающиеся изучают способы формирования сеток на объектах, их редактирование и переразбиение).	2	Владеет навыками подготовки конструкций к инженерным расчетам..	ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в CAD/CAM/CAE/PDM системах
26	Лабораторная работа:	2	Владеет навыками оцен-	ВЛАДЕТЬ:

	<i>«Подготовка модели к анализу» (Рассматриваются команды упрощения и разбиения модели на части на уровне сборки для выделения различными стеками различных областей)</i>		ки и обработки результатов.	навыками проектирования изделий в CAD/CAM/CAE/PDM системах
27	Лабораторная работа: <b>Статический анализ</b> (обучающиеся закрепляют ранее полученные знания по работе в пакете CAE и изучают общий порядок статического анализа на примере простейших конструкций).	2	Владеет навыками использования программного продукта при анализе конструкций на линейную и нелинейную статику, устойчивость, сопротивляемость, теплопроводность и т.д.	ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в CAD/CAM/CAE/PDM системах
28	Лабораторная работа: <b>Анализ устойчивости конструкций</b> (обучающиеся изучают особенности анализа тонкостенных конструкций на устойчивость).	2	Владеет навыками использования программного продукта при анализе конструкций на линейную и нелинейную статику, устойчивость, сопротивляемость, теплопроводность и т.д.	ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в CAD/CAM/CAE/PDM системах
29	Лабораторная работа: <b>Модальный анализ конструкций</b> (обучающиеся изучают особенности модального анализа крупногабаритных конструкций на выявлении собственных колебаний).	2	Владеет навыками использования программного продукта при анализе конструкций на линейную и нелинейную статику, устойчивость, сопротивляемость, теплопроводность и т.д.	ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в CAD/CAM/CAE/PDM системах
30	Лабораторная работа: <b>Анализ сборок</b> (обучающиеся изучают особенности анализа сборочных конструкций, выполненных из различных материалов).	2	Владеет навыками использования программного продукта при анализе конструкций на линейную и нелинейную статику, устойчивость, сопротивляемость, теплопроводность и т.д.	ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в CAD/CAM/CAE/PDM системах
31	Лабораторная работа: <b>Анализ формообразования</b> (обучающиеся изучают вопросы учета пластичности материала).	2	Владеет навыками использования программного продукта при анализе конструкций на линейную и нелинейную статику, устойчивость, сопротивляемость, теплопроводность и т.д.	ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в CAD/CAM/CAE/PDM системах

32	Лабораторная работа: <b>Термодинамический анализ</b> (обучающиеся изучают порядок решения нахождения поля распределения температур с учетом многофакторных ограничений и нагрузжений).	2	Знает концепцию мастер-геометрии (мастер-модели). Владеет навыками использования программного продукта в области САЕ в основных и смежных дисциплинах.	ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в CAD/CAM/CAE/PDM системах
33	Лабораторная работа: <b>Анализ потоков</b> (обучающиеся изучают вопросы распределения потоков жидкостей и газов в замкнутом объеме).	2	Владеет навыками использования программного продукта при анализе конструкций на линейную и нелинейную статику, устойчивость, сопротивляемость, теплопроводность и т.д.	ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в CAD/CAM/CAE/PDM системах
<b>ИТОГО по второму разделу 22 часа</b>				
34	Лабораторная работа: <b>Работа на фрезерном станке</b> (обучающиеся изучают устройство фрезерного станка, методы и способы введения его в работу создание операции обработки, генерация траектории движения инструмента).	2	Знает основы технологической подготовки производства с использованием автоматизированных систем. Умеет использовать программные продукты для предварительной подготовки производства. Владеет навыками работы в системах АСТПП	ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в CAD/CAM/CAE/PDM системах
35	Лабораторная работа: <b>Работа на многокоординатном фрезерном станке</b> (обучающиеся изучают устройство многокоординатного фрезерного станка, методы и способы введения его в работу создание операции обработки, движения инструмента).	2	Знает основы технологической подготовки производства с использованием автоматизированных систем. Умеет использовать программные продукты для предварительной подготовки производства. Владеет навыками работы в системах АСТПП	ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в CAD/CAM/CAE/PDM системах
36	Лабораторная работа: <b>Изучение модуля САМ</b> (обучающиеся изучают интерфейс приложения САМ в NX, расположение основных панелей, основных команд, использование баз данных)	2	Знает основы программирования для работы на станках с ЧПУ. Умеет применять программные продукты для получения программ обработки на станках с ЧПУ. Владеет методами доработки программ для станков с ЧПУ.	ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в CAD/CAM/CAE/PDM системах

37	Лабораторная работа: <b>Пре-процессинг</b> (обучающиеся учатся подготавливать данные для создания УП для ЧПУ, выбирают инструмент, режимы и виды обработки, определяют форму заготовки)	2	Знает основы программирования для работы на станках с ЧПУ. Умеет применять программные продукты для получения программ обработки на станках с ЧПУ. Владеет методами доработки программ для станков с ЧПУ.	ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в CAD/CAM/CAE/PDM системах
38	Лабораторная работа: <b>Изучение интерфейса навигатора обработки</b> (обучающиеся изучают интерфейс навигатора обработки, представление данных в навигаторе обработки, методы редактирования навигатора обработки)	2	Знает основы программирования для работы на станках с ЧПУ. Умеет применять программные продукты для получения программ обработки на станках с ЧПУ. Владеет методами доработки программ для станков с ЧПУ.	ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в CAD/CAM/CAE/PDM системах
39	Лабораторная работа: <b>Составление рабочих операций</b> (обучающиеся изучают составление рабочих операций предваряющих генерацию УП на станках с ЧПУ посредством навигатора обработки)	2	Знает основы программирования для работы на станках с ЧПУ. Умеет применять программные продукты для получения программ обработки на станках с ЧПУ. Владеет методами доработки программ для станков с ЧПУ.	ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в CAD/CAM/CAE/PDM системах
40	Лабораторная работа: <b>Редактирование рабочих операций</b> (обучающиеся изучают фрезерную обработку: создание операции обработки, генерацию траектории движения инструмента, основные параметры фрезерной обработки)	2	Знает основы программирования для работы на станках с ЧПУ. Умеет применять программные продукты для получения программ обработки на станках с ЧПУ. Владеет методами доработки программ для станков с ЧПУ.	ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в CAD/CAM/CAE/PDM системах
41	Лабораторная работа: <b>Визуализация</b> (обучающиеся изучают визуализацию и анализ операций, основные параметры фрезерной и токарно-фрезерной обработки.)	1	Знает основы программирования для работы на станках с ЧПУ. Умеет применять программные продукты для получения программ обработки на станках с ЧПУ. Владеет методами доработки программ для станков с	ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в CAD/CAM/CAE/PDM системах



			ЧПУ.	
42	Лабораторная работа: <b>Контурная обработка сложных поверхностей</b> (обучающиеся изучают контурную обработку сложных поверхностей с фиксированной и переменной осью инструмента: общие параметры операций, методы управления, метод управления по управляющей поверхности в соответствии с ориентацией оси инструмента, последовательное фрезерование.)	1	Знает основы программирования для работы на станках с ЧПУ. Умеет применять программные продукты для получения программ обработки на станках с ЧПУ. Владеет методами доработки программ для станков с ЧПУ.	ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в CAD/CAM/CAE/PDM системах
43	Лабораторная работа: <b>Генерирование программы для станка с ЧПУ</b> (обучающиеся изучают создание выходного файла с помощью UG/POST).	1	Знает основы программирования для работы на станках с ЧПУ. Умеет применять программные продукты для получения программ обработки на станках с ЧПУ. Владеет методами доработки программ для станков с ЧПУ.	ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в CAD/CAM/CAE/PDM системах
44	Лабораторная работа: <b>Симуляция работы станка</b> (обучающиеся изучают генерацию траектории движения инструмента, визуализация и анализ операции фрезерной обработки).	1	Знает основы программирования для работы на станках с ЧПУ. Умеет применять программные продукты для получения программ обработки на станках с ЧПУ. Владеет методами доработки программ для станков с ЧПУ.	ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в CAD/CAM/CAE/PDM системах
45	Лабораторная работа: <b>Симуляция работы станка</b> (обучающиеся изучают генерацию траектории движения инструмента, визуализация и анализ операции токарной обработки).	1	Знает основы программирования для работы на станках с ЧПУ. Умеет применять программные продукты для получения программ обработки на станках с ЧПУ. Владеет методами доработки программ для станков с ЧПУ.	ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в CAD/CAM/CAE/PDM системах
46	Лабораторная работа: <b>Составлении карт эскизов</b> (обучающиеся изучают ме-	1	Знает основы программирования для работы на станках с ЧПУ. Умеет	ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования

	тодику составления карт эскизов)		применять программные продукты для получения программ обработки на станках с ЧПУ. Владеет методами доработки программ для станков с ЧПУ.	изделий в CAD/CAM/CAE/PDM системах
47	Лабораторная работа: <i>Составление технологических карт</i> (обучающиеся изучают составление технологических карт для различных типов обработки)	1	Знает основы программирования для работы на станках с ЧПУ. Умеет применять программные продукты для получения программ обработки на станках с ЧПУ. Владеет методами доработки программ для станков с ЧПУ.	ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в CAD/CAM/CAE/PDM системах
48	Лабораторная работа: <i>Подготовка, настройка и отработка УП на станке с ЧПУ</i> (обучающиеся изучают методику настройки, запуска и отработки управляющих программ на станках с ЧПУ).	1	Знает основы программирования для работы на станках с ЧПУ. Умеет применять программные продукты для получения программ обработки на станках с ЧПУ. Владеет методами доработки программ для станков с ЧПУ.	ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования изделий в CAD/CAM/CAE/PDM системах
ИТОГО по третьему разделу 22 часа				
ИТОГО по программе 66 часов				

### 3.3 Объем, структура и содержание самостоятельной работы, график ее выполнения

Самостоятельная работа по программе не предусмотрена.

## 4 Технологии и методическое обеспечение контроля результатов учебной деятельности

Контроль результатов освоения программы повышения квалификации проходит в двух формах: текущая аттестация и отложенный контроль знаний, умений и владений.

### 4.1 Технологии и методическое обеспечение контроля текущей успеваемости

Контроль текущей успеваемости слушателей ведется по результатам усвоения материала лекционных и лабораторных занятий.

Степень усвоения материала лекционных и лабораторных занятий определяется по результатам выполнения теста. Примеры тестовых заданий по лекциям и лабораторным работам, а также типовые отчеты приведены в приложении А, Б, В, Г, Д, Е.

#### **4.2 Технологии, методическое обеспечение и условия отложенного контроля знаний, умений, навыков обучающихся, сформированных в результате изучения дисциплины**

Для преподавателя инженерно-технической дисциплины в качестве самостоятельной работы предусматривается доработка рабочих программ дисциплин инженерно-технического профиля с учетом полученных компетенций в части, касающейся использования САД/САМ/САЕ – технологий, а также написание учебно-методических пособий, затрагивающих аспекты использования полученных компетенций в образовательном процессе. При разработке междисциплинарных проектов рекомендуется придерживаться концепции сквозного компьютерного моделирования и использовать по примеру, представленному в приложении Ж.

### **5 Ресурсное обеспечение дисциплины**

#### **5.1 Список основной учебной и учебно-методической литературы**

1. Компьютерные технологии в науке и образовании: Учебное пособие / Л.С. Онокой, В.М. Титов. - М.: ИД ФОРУМ: ИНФРА-М, 2011. - 224 с.: 60x90 1/16. - ISBN 978-5-8199-0469-5.

2. Информационные технологии в науке и образовании: Учебное пособие / Е.Л. Федотова, А.А. Федотов. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 336 с.: ил.; ISBN 978-5-8199-0434-3.

3. САПР конструктора машиностроителя/Э.М.Берлинер, О.В.Таратынов - М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 288 с.: 60x90 1/16. - ISBN 978-5-00091-042-9

4. Ли, Кунгву. Основы САПР САД/САМ/САЕ/ Кунгву Ли - СПб.: Питер, 2004. – 560 с.: ил.

5. Информационное обеспечение, поддержка и сопровождение жизненного цикла изделия: Справочно-учебное пособие / В. В. Бакаев, Е. В. Судов, В. А. Гомозов и др.; Под ред. В.В.Бакаева. - М.: Машиностроение-1, 2005. - 624с.: ил. - Библиогр.: с.606-613.

#### **5.2. Список дополнительной учебной и учебно-методической**

## литературы

1. Основы моделирования в САПР NX / А.О. Бутко, В.А. Прудников, Г.А. Цырков, 2-е изд. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 200 с.: ISBN 978-5-16-010847-6.
2. САПР технолога машиностроителя: Учебник/Э.М.Берлинер, О.В.Таратынов - М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 336 с.: ISBN 978-5-00091-043-6.

### 5.3 Периодические издания

1. Журнал «САПР и графика».

### 5.4 Перечень программных продуктов, используемых при изучении дисциплины

В процессе освоения программы повышения квалификации используют следующие программные продукты:

- NX CAD (и CAE приложение NX NASTRAN);
- T-FLEX CAD (учебная версия);
- Autodesk Inventor.
- Программные комплексы математических библиотек для многофункционального моделирования, расчетов, анализа и синтеза технических и иных объектов и систем: Matlab, MathCad.

Для оформления индивидуального задания:

- 1 Программные пакеты «Microsoft Office Excel», «Microsoft Office Word», «Statistica».
- 2 Программный пакет «Google Chrome»

### 5.5 Перечень электронных библиотечных систем, используемых при изучении дисциплины

- 1 Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM - <http://www.znanium.com/>
- 2 Электронно-библиотечная система издательства "Лань" - <http://e.lanbook.com/>
- 3 Научная электронная библиотека Elibrary.ru - <http://elibrary.ru/>
- 4 Электронно-библиотечная система издательства «Юрайт» - <http://www.biblio-online.ru/>

5. Электронно-библиотечная система IQlib ([www.IQlib.ru](http://www.IQlib.ru)). Доступ предоставлен с апреля 2013г. путем активации индивидуального кода доступа. ООО «Интегратор авторского права», Договор №6/201 от 01.02.2013г.
6. Электронно-библиотечная система IPRbooks ([www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru))
7. Электронно-библиотечная система BOOK.ru. ([www.book.ru/](http://www.book.ru/))

## 5.6 Другие информационные и материально-технические Ресурсы

1 Компьютерный класс на 13 рабочих мест.

Специальное помещение для проведения занятий. Помещение оснащено: специализированной (учебной) мебелью; набором демонстрационного оборудования для представления информации: экран, проектор NEC VT695, компьютер; 13 персональных компьютеров Intel Core i3. Выход в интернет.

Учебный корпус № 3, Хабаровский край, город Комсомольск-на-Амуре, проспект Ленина, д. 27, литер Ж, помещение 16, 4 этаж (аудитория 429-3)

2 Лаборатория NX

Помещение для проведения занятий и самостоятельной работы. 11 рабочих мест. Помещение оснащено: специализированной (учебной) мебелью; набором демонстрационного оборудования для представления информации: экран, проектор NEC VT695, компьютер; 11 персональных компьютеров Intel Core i3. Выход в интернет.

Учебный корпус № 3, Хабаровский край, город Комсомольск-на-Амуре, проспект Ленина, д. 27, литер Ж, помещение 18, 1 этаж (аудитория 428)

– Сайт ООО «Топ-систем» ([www.topsystems.ru](http://www.topsystems.ru)) производителя программного обеспечения T-FLEX

– Сайт ООО «Сименс» ([www.siemens.com](http://www.siemens.com)) производитель ПО NX.

- <http://www.inventech.ru/lib/triz/triz-0009/>

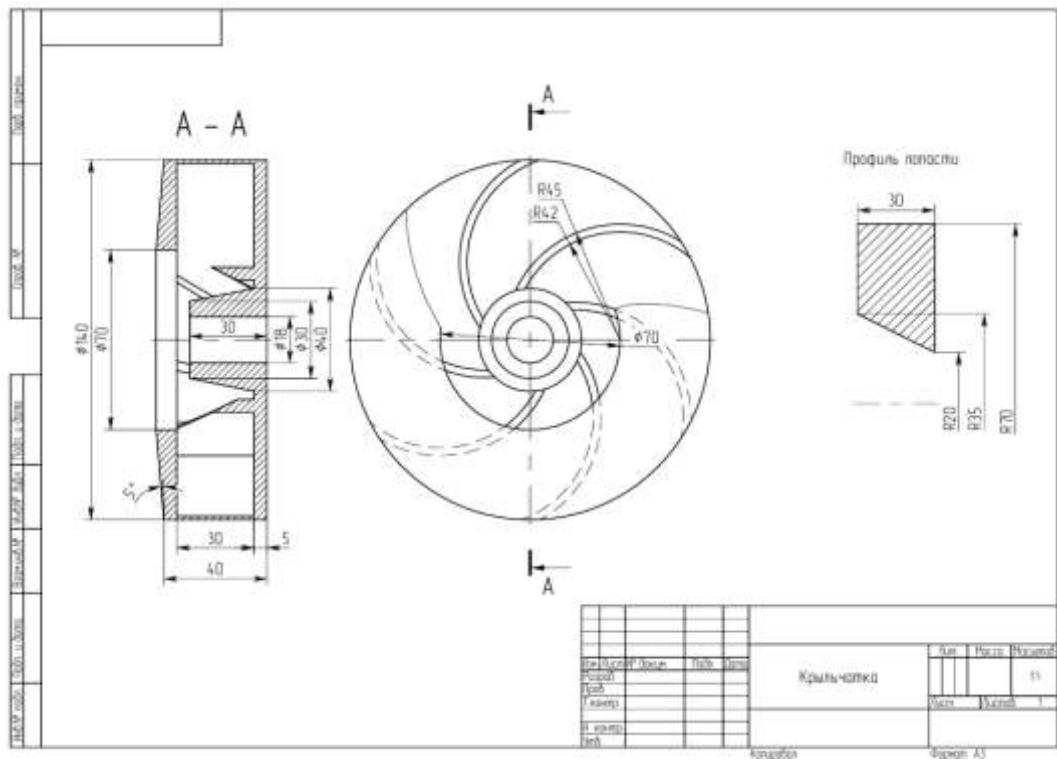
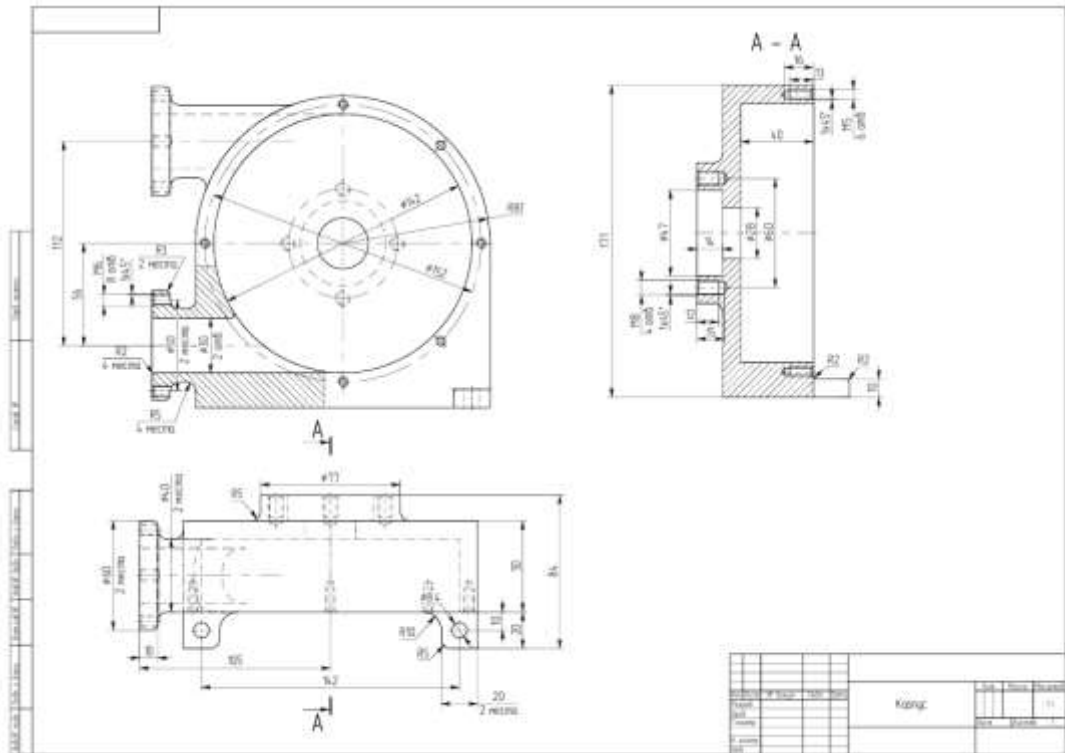
## ПРИЛОЖЕНИЕ А

(Перечень теоретических вопросов, выносимых на тестирование)

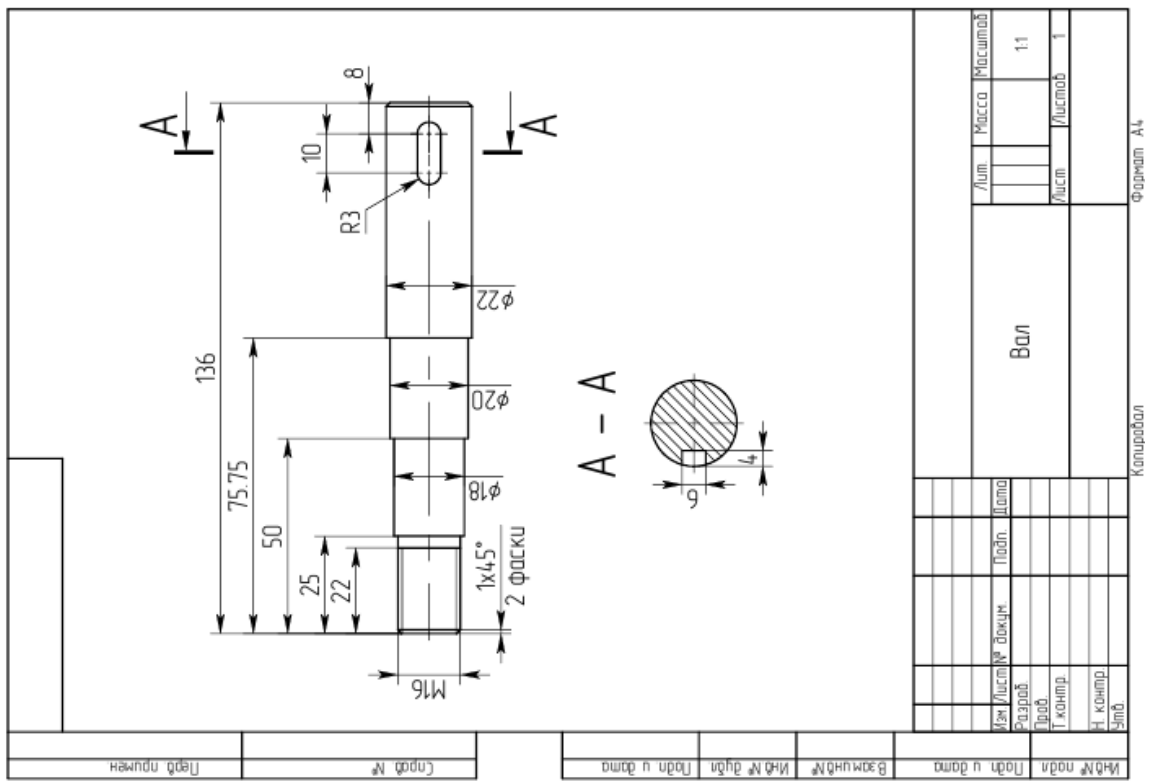
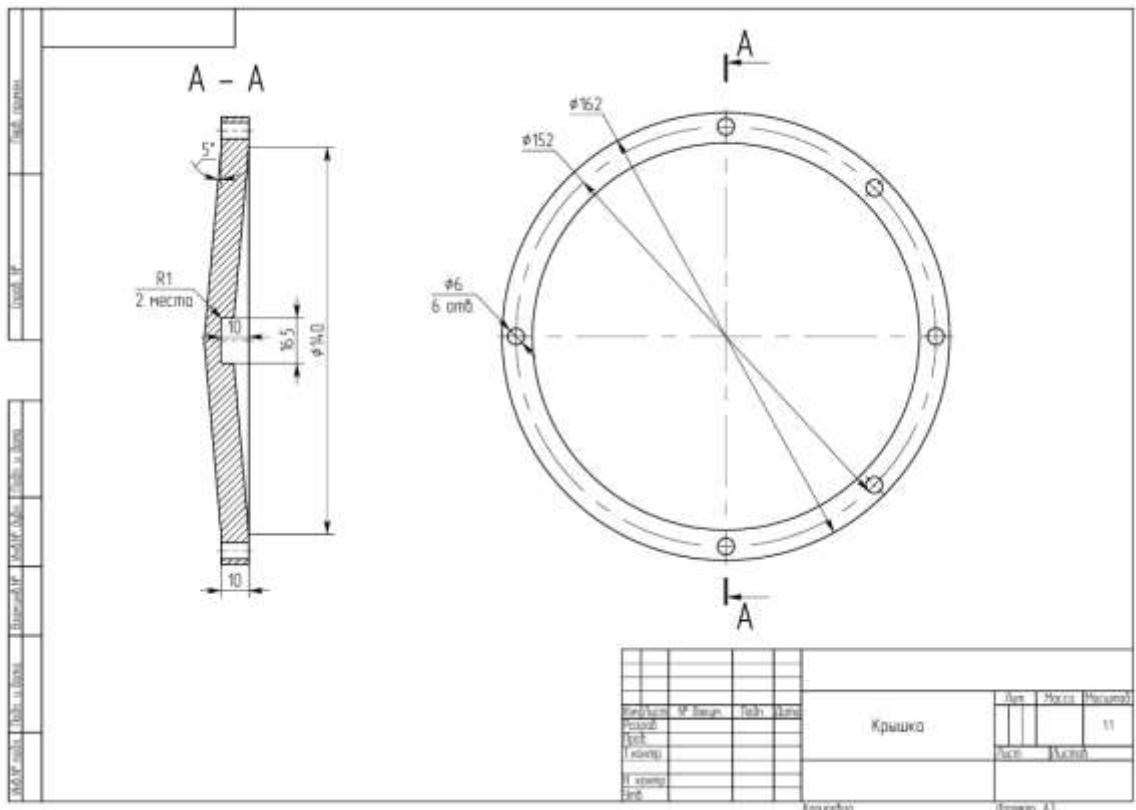
1. Какую роль играет информация в современном мире? В чем заключается диалектическое взаимодействие данных и методов?
2. Какие этапы развития средств вычислительной техники вы знаете?
3. Понятия CALS-технологий.
4. Инновации и их компьютерное сопровождение.
5. Расскажите об основных способах хранения, обработки и передачи информации.
6. Какие средства автоматизации научно-исследовательских работ вы знаете?
7. CAD/CAM/CAE технологии как инструмент обеспечения и управления инновациями
8. Основные понятия системотехники.
9. Иерархический подход.
10. Применение принципов системного анализа в программировании
11. Объектно-ориентированный подход.
12. Современные системы автоматизированного проектирования, применяемые в промышленности.
13. Состав и основные функциональные возможности систем высшего уровня. Возможности CAD-моделирования.
14. Построение дерева моделей, CSG (Constructing Solid Geometry) и B-rep (Boundary Representation).
15. Операторы Эйлера. Расчет топологии 3D моделей с помощью уравнения Эйлера-Пуанкаре.
16. Типовые объемные операции. Параметризация
17. Современные системы научного эксперимента, применяемые в промышленности
18. Оптимизация конструкторских решений.
19. Теоретические основы метода конечных элементов (МКЭ).
20. Общие понятия о конечно-элементном расчете конструкций.
21. Проведение расчетных экспериментов в области CAE
22. Современные системы технологической подготовки производства, применяемые в промышленности.
23. Возможности САМ-моделирования.
24. Методы программирования обработки для станков с ЧПУ
25. Общая стратегия выбора инструментов и режимов обработки
26. Общие принципы разработки управляющих программ для станков с ЧПУ

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

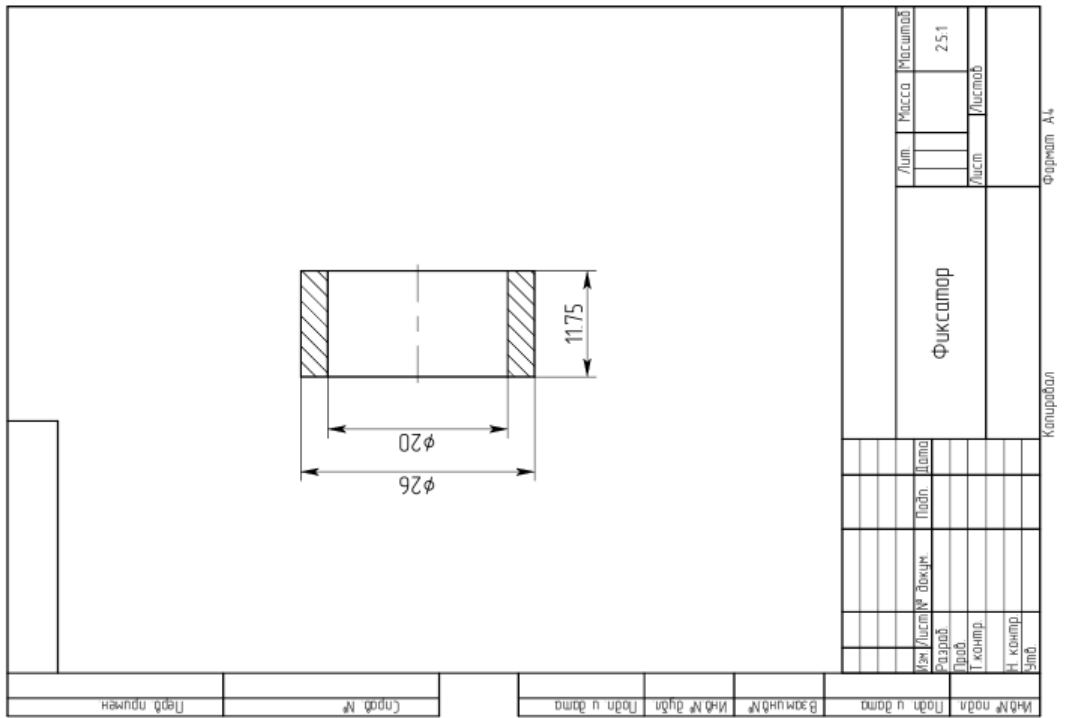
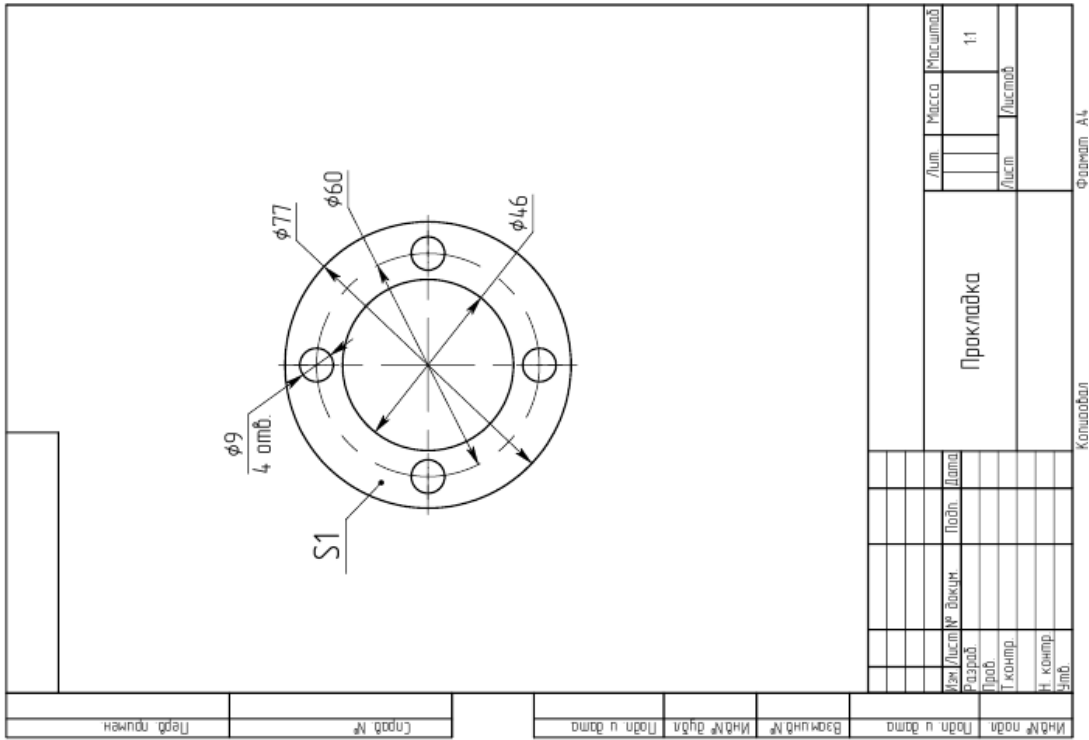
(индивидуальные задания по компьютерному моделированию и оптимизации проектных решений)





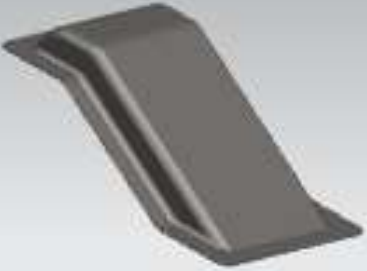



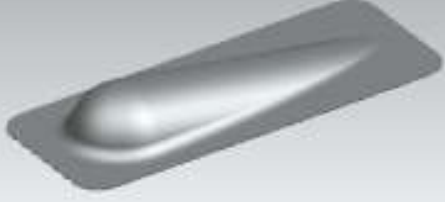



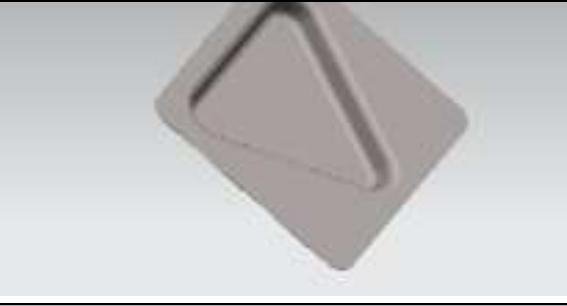

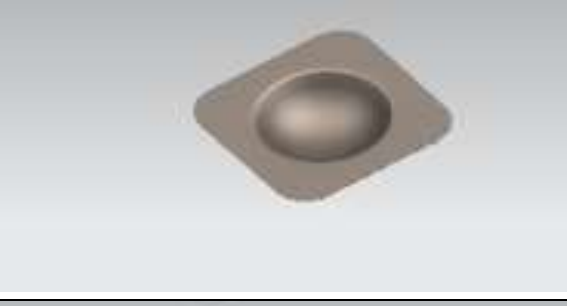




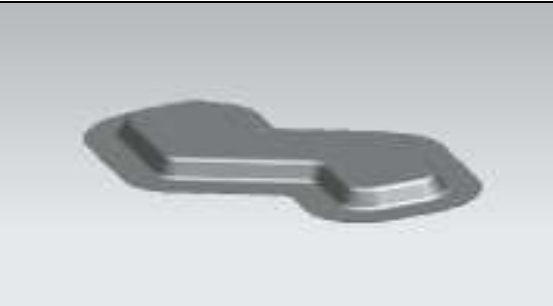

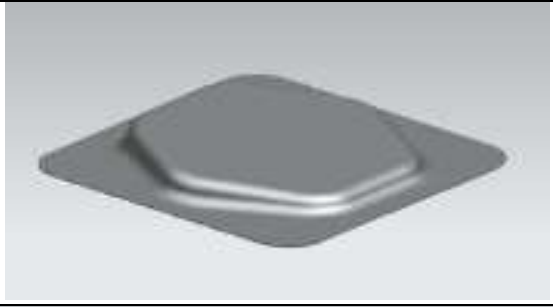
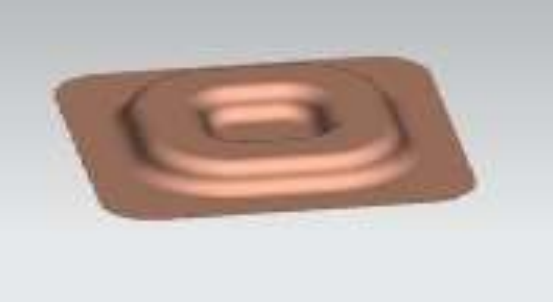


## ПРИЛОЖЕНИЕ В

(индивидуальные задания по анализу формуемости листовых изделий)

№	Задание (электронная модель)	Задание	Примечание
1		Рассчитать: а) напряжение деформации; б) утонения; в) деформации; г) пружинение; д) построить развертку	Сгенерировать электронный отчет в HTML
2		Рассчитать: а) напряжение деформации; б) утонения; в) деформации; г) пружинение; д) построить развертку	Сгенерировать электронный отчет в HTML
3		Рассчитать: а) напряжение деформации; б) утонения; в) деформации; г) пружинение; д) построить развертку	Сгенерировать электронный отчет в HTML
4		Рассчитать: а) напряжение деформации; б) утонения; в) деформации; г) пружинение; д) построить развертку	Сгенерировать электронный отчет в HTML
5		Рассчитать: а) напряжение деформации; б) утонения; в) деформации; г) пружинение; д) построить развертку	Сгенерировать электронный отчет в HTML

6		<p>Рассчитать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) напряжение деформации;</li> <li>б) утонения;</li> <li>в) деформации;</li> <li>г) пружинение;</li> <li>д) построить развертку</li> </ul>	<p>Сгенерировать электронный отчет в HTML</p>
7		<p>Рассчитать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) напряжение деформации;</li> <li>б) утонения;</li> <li>в) деформации;</li> <li>г) пружинение;</li> <li>д) построить развертку</li> </ul>	<p>Сгенерировать электронный отчет в HTML</p>
8		<p>Рассчитать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) напряжение деформации;</li> <li>б) утонения;</li> <li>в) деформации;</li> <li>г) пружинение;</li> <li>д) построить развертку</li> </ul>	<p>Сгенерировать электронный отчет в HTML</p>
9		<p>Рассчитать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) напряжение деформации;</li> <li>б) утонения;</li> <li>в) деформации;</li> <li>г) пружинение;</li> <li>д) построить развертку</li> </ul>	<p>Сгенерировать электронный отчет в HTML</p>
10		<p>Рассчитать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) напряжение деформации;</li> <li>б) утонения;</li> <li>в) деформации;</li> <li>г) пружинение;</li> <li>д) построить развертку</li> </ul>	<p>Сгенерировать электронный отчет в HTML</p>
11		<p>Рассчитать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) напряжение деформации;</li> <li>б) утонения;</li> <li>в) деформации;</li> <li>г) пружинение;</li> <li>д) построить развертку</li> </ul>	<p>Сгенерировать электронный отчет в HTML</p>

12		<p>Рассчитать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) напряжение деформации;</li> <li>б) утонения;</li> <li>в) деформации;</li> <li>г) пружинение;</li> <li>д) построить развертку</li> </ul>	<p>Сгенерировать электронный отчет в HTML</p>
13		<p>Рассчитать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) напряжение деформации;</li> <li>б) утонения;</li> <li>в) деформации;</li> <li>г) пружинение;</li> <li>д) построить развертку</li> </ul>	<p>Сгенерировать электронный отчет в HTML</p>
14		<p>Рассчитать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) напряжение деформации;</li> <li>б) утонения;</li> <li>в) деформации;</li> <li>г) пружинение;</li> <li>д) построить развертку</li> </ul>	<p>Сгенерировать электронный отчет в HTML</p>
15		<p>Рассчитать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) напряжение деформации;</li> <li>б) утонения;</li> <li>в) деформации;</li> <li>г) пружинение;</li> <li>д) построить развертку</li> </ul>	<p>Сгенерировать электронный отчет в HTML</p>

ПРИЛОЖЕНИЕ Г  
 (форма отчета по анализу формообразования в HTML)  
 One-step Formability Analysis  
 A One-step Formability Analysis Report  
 Software Used: One-step Formability Analysis

**Part Information**

<p>Date:24-Oct-2016</p> <p>Part_name: D:\Arseniev\1&gt;List1.prt</p>	
--	--

**Solution Summary**  
**Material Properties**

Name	Value	Type
Material Name	Steel	
Mass Density	7829.000	kg/m <sup>3</sup>
Yong's Modulus	206940.000	MPa
Possion Rate	0.288	
Initial Thickness	1.000	mm
Yield Strength	137.895	MPa
Friction	0.150	
K(Strengten conefficient)	550.000	MPa
Initial Strain	0.020	
n (Hardening Exponent)	0.200	
AnisotropyCoefficient	r0	1.300
	r45	1.300
	r90	1.300

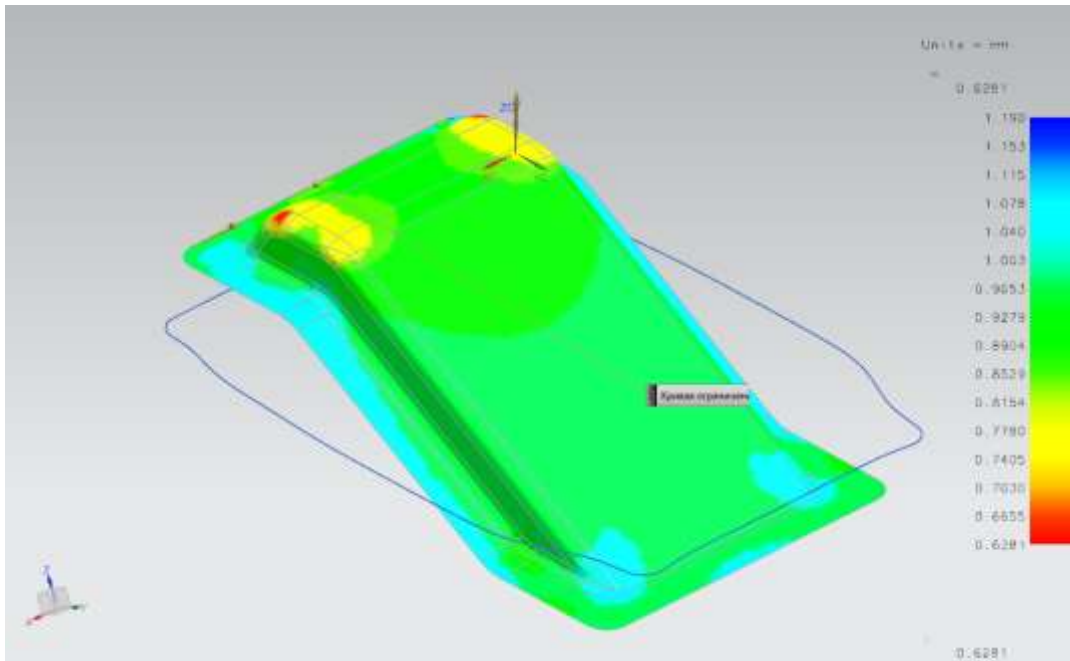
**Loads**

Type	Magnitude
Holder Force	

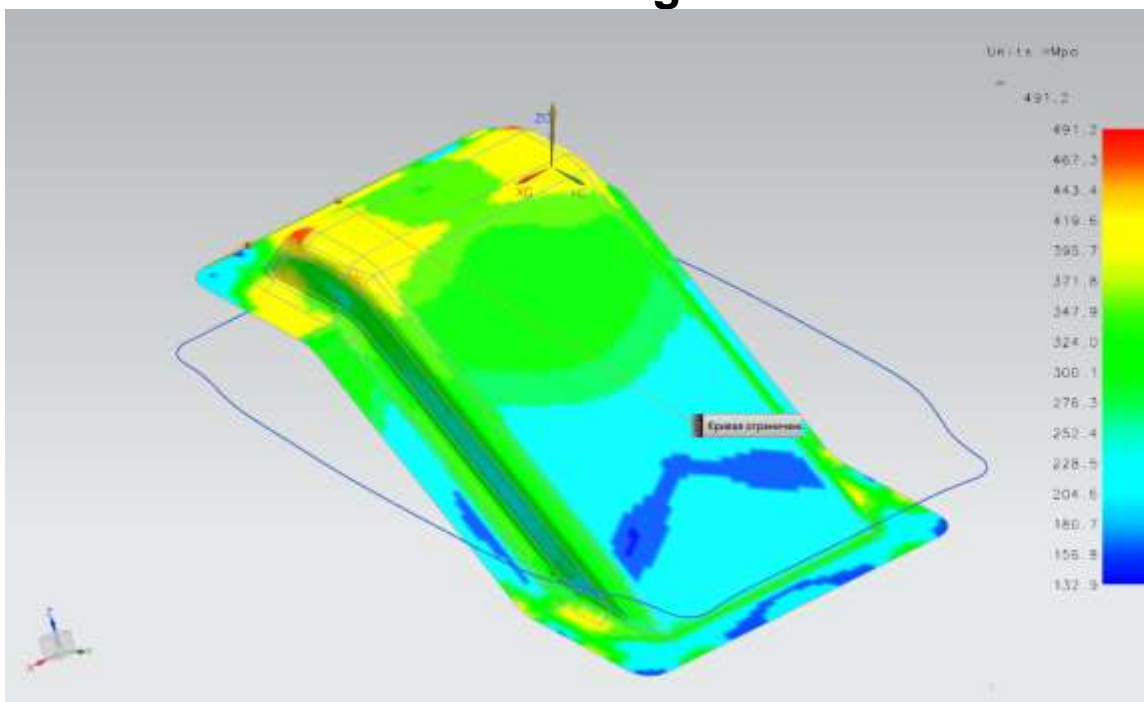
# Results

## Forming Simulation/One-step

Item	Value
Number of Nodes	9877
Number of Elements	19424
Calculating Time	29.624000s

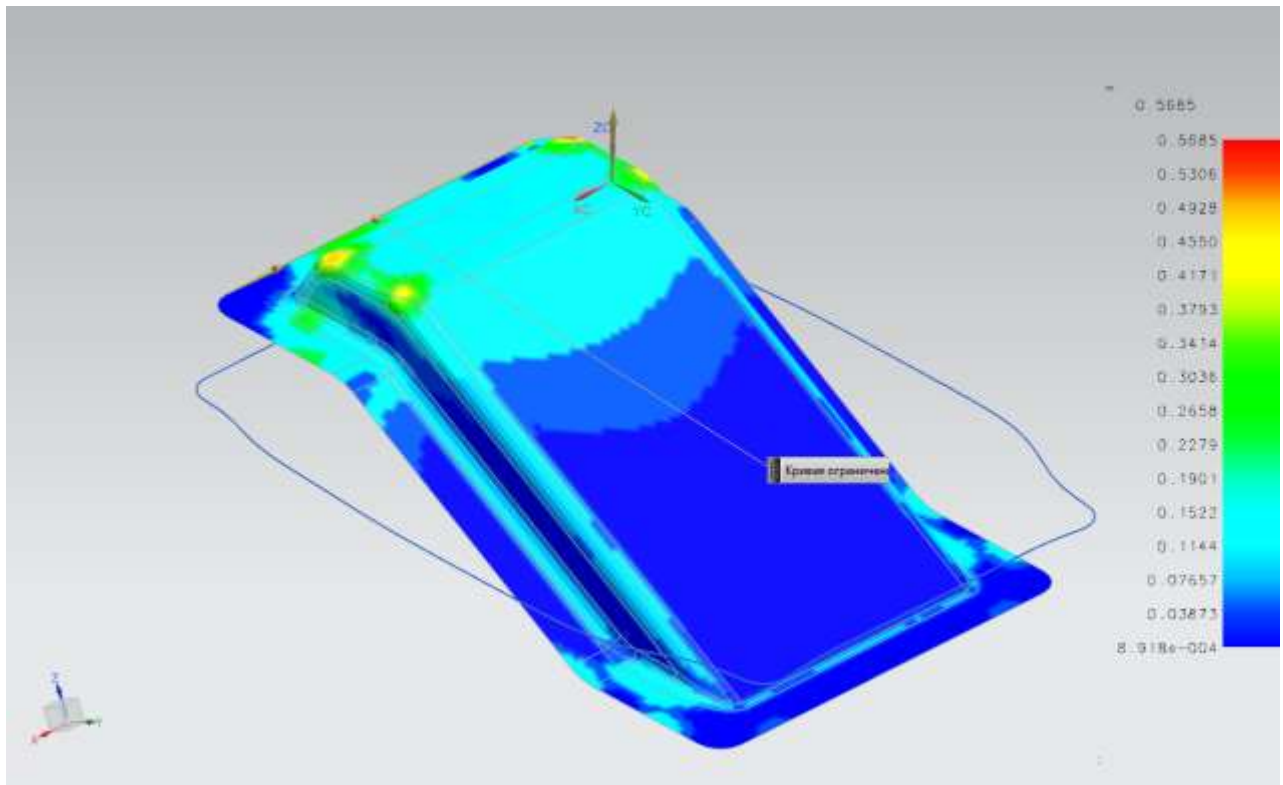


**Thinning**

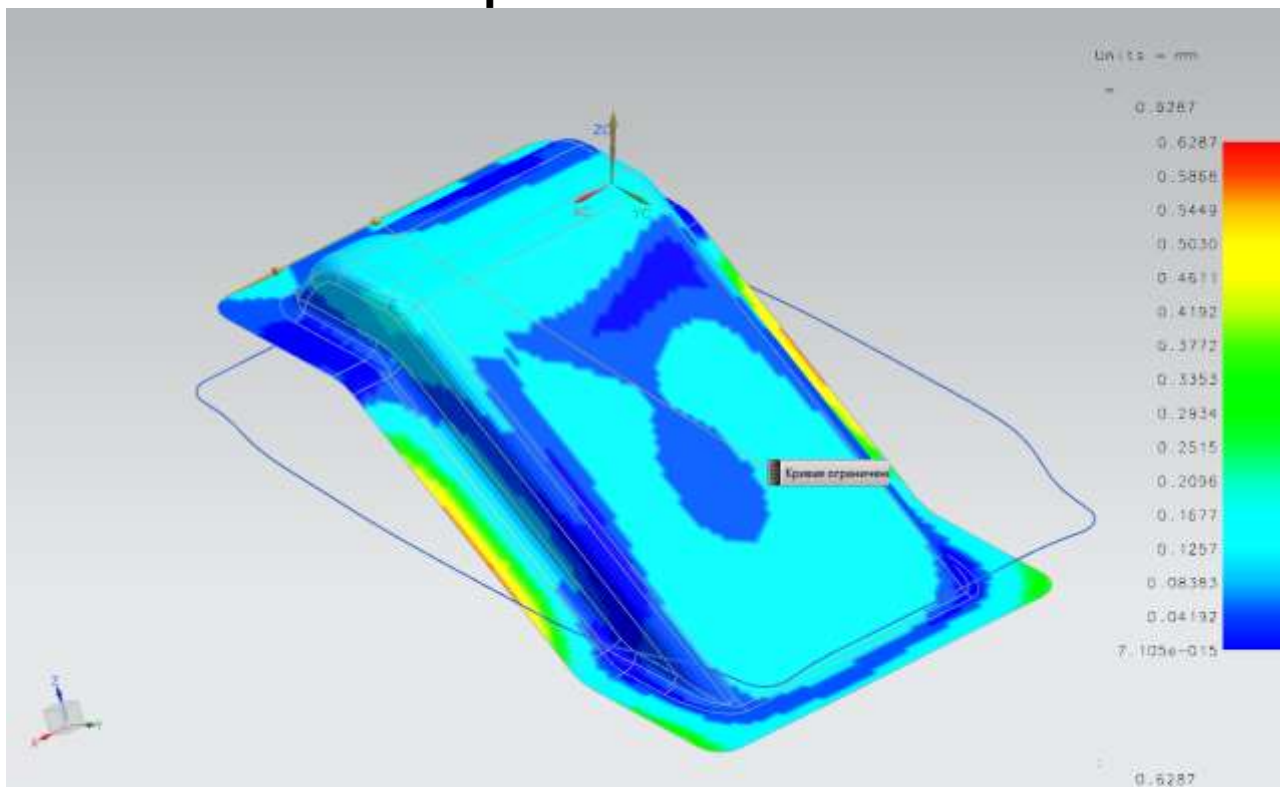


**Equivalent Stress**

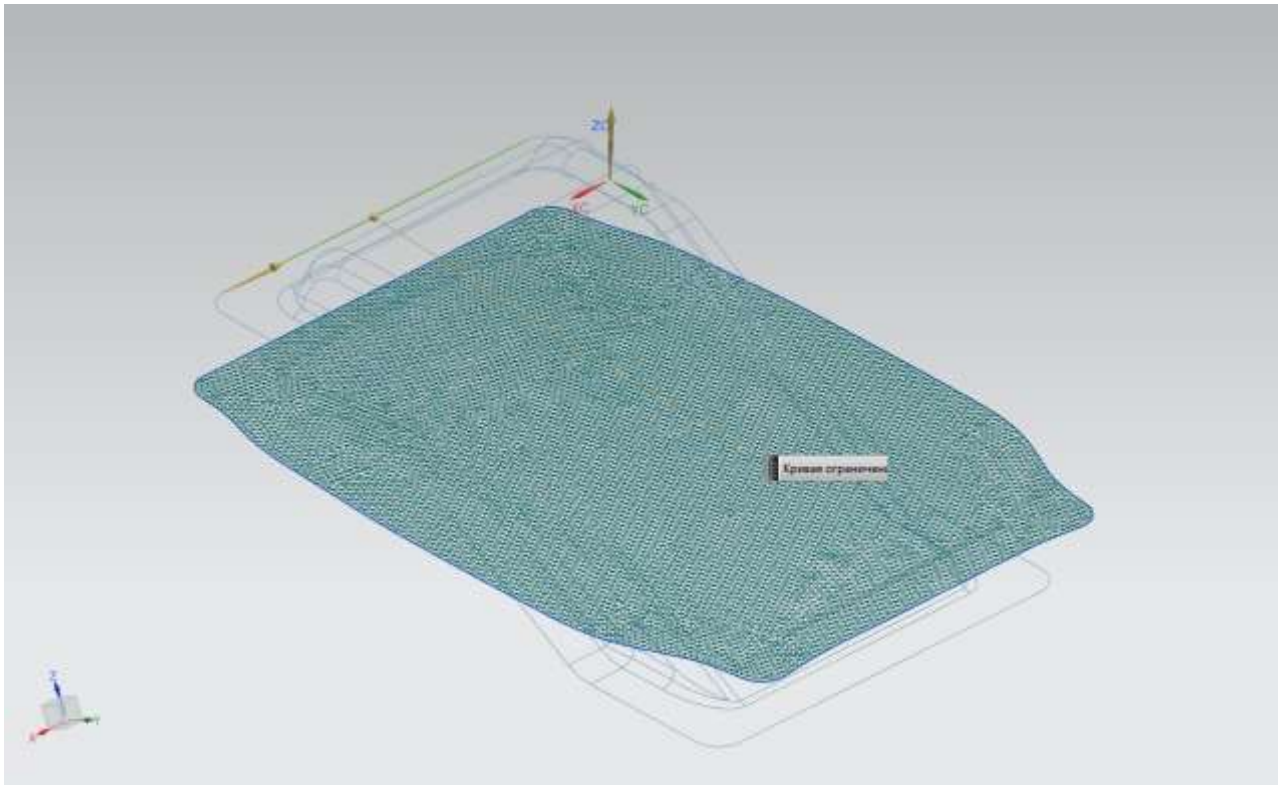




**Equivalent Strain**



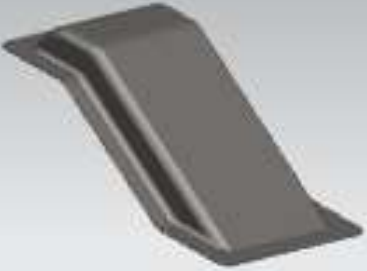



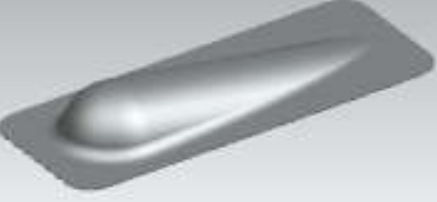
**Springback**


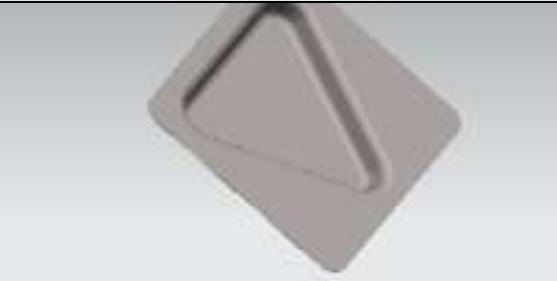

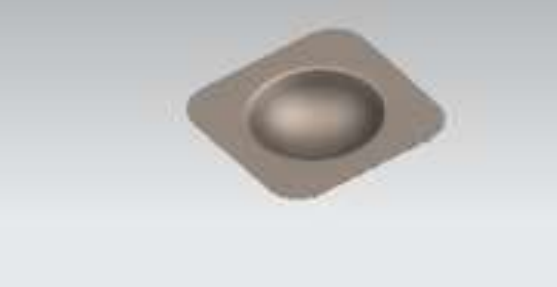




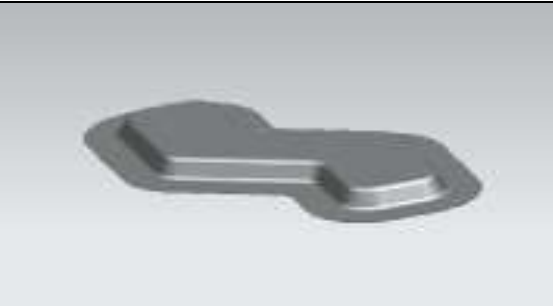

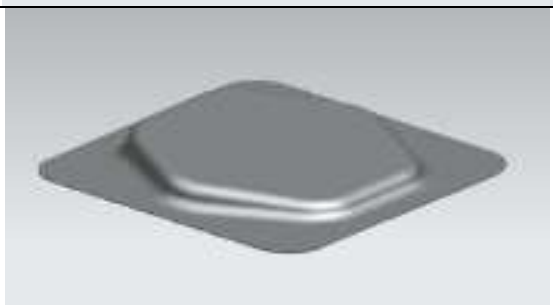
**Flatten shape**

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

(индивидуальные задания по построению технологической оснастки и генерированию управляющих программ с ЧПУ)

№	Задание (электронная модель)	Задание	Примечание
1		Построить технологическую оснастку для штамповки листового изделия	Сгенерировать управляющую программу CNC для технологической оснастки
2		Построить технологическую оснастку для штамповки листового изделия	Сгенерировать управляющую программу CNC для технологической оснастки
3		Построить технологическую оснастку для штамповки листового изделия	Сгенерировать управляющую программу CNC для технологической оснастки
4		Построить технологическую оснастку для штамповки листового изделия	Сгенерировать управляющую программу CNC для технологической оснастки
5		Построить технологическую оснастку для штамповки листового изделия	Сгенерировать управляющую программу CNC для технологической оснастки

6		<p>Построить технологическую оснастку для штамповки листового изделия</p>	<p>Сгенерировать управляющую программу CNC для технологической оснастки</p>
7		<p>Построить технологическую оснастку для штамповки листового изделия</p>	<p>Сгенерировать управляющую программу CNC для технологической оснастки</p>
8		<p>Построить технологическую оснастку для штамповки листового изделия</p>	<p>Сгенерировать управляющую программу CNC для технологической оснастки</p>
9		<p>Построить технологическую оснастку для штамповки листового изделия</p>	<p>Сгенерировать управляющую программу CNC для технологической оснастки</p>
10		<p>Построить технологическую оснастку для штамповки листового изделия</p>	<p>Сгенерировать управляющую программу CNC для технологической оснастки</p>
11		<p>Построить технологическую оснастку для штамповки листового изделия</p>	<p>Сгенерировать управляющую программу CNC для технологической оснастки</p>

12		<p>Построить технологическую оснастку для штамповки листового изделия</p>	<p>Сгенерировать управляющую программу CNC для технологической оснастки</p>
13		<p>Построить технологическую оснастку для штамповки листового изделия</p>	<p>Сгенерировать управляющую программу CNC для технологической оснастки</p>
14		<p>Построить технологическую оснастку для штамповки листового изделия</p>	<p>Сгенерировать управляющую программу CNC для технологической оснастки</p>
15		<p>Построить технологическую оснастку для штамповки листового изделия</p>	<p>Сгенерировать управляющую программу CNC для технологической оснастки</p>

## ПРИЛОЖЕНИЕ Е

(Управляющая программа CNC и построение технологической оснастки)

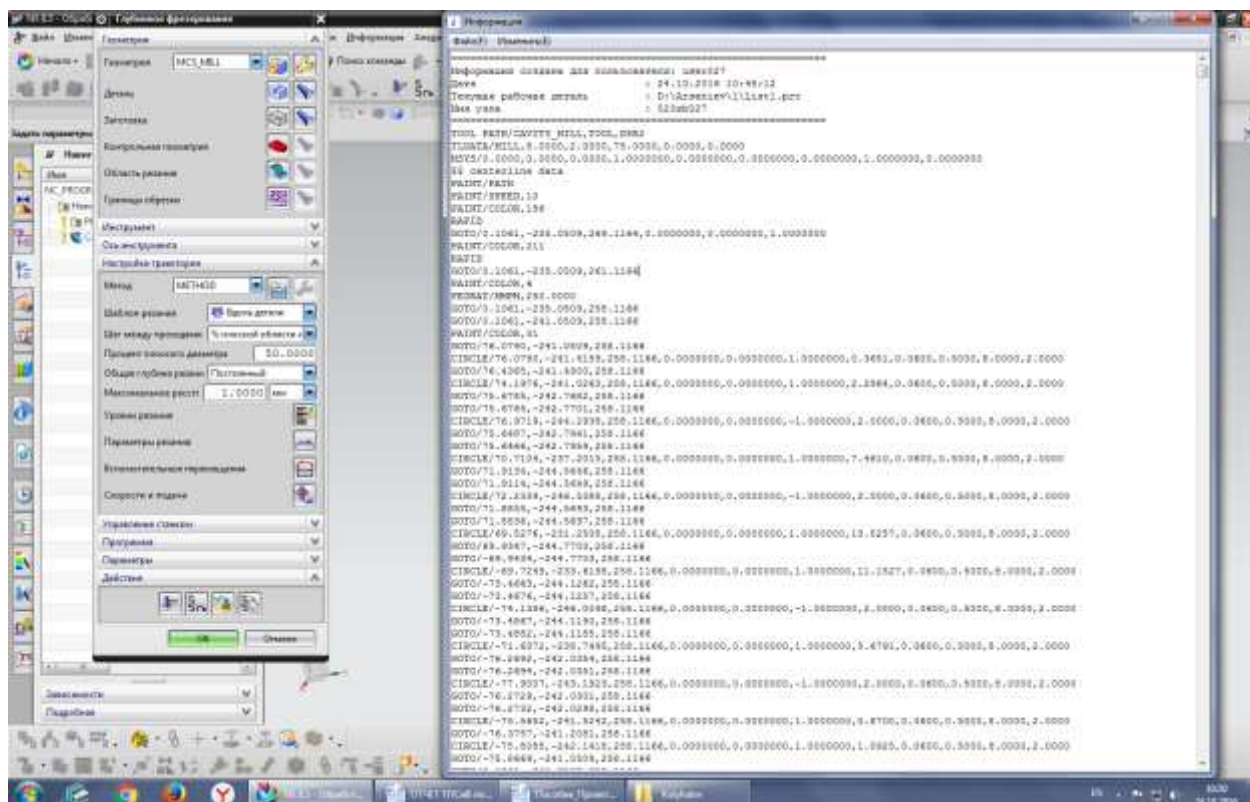


Рисунок И1 - Управляющая программа

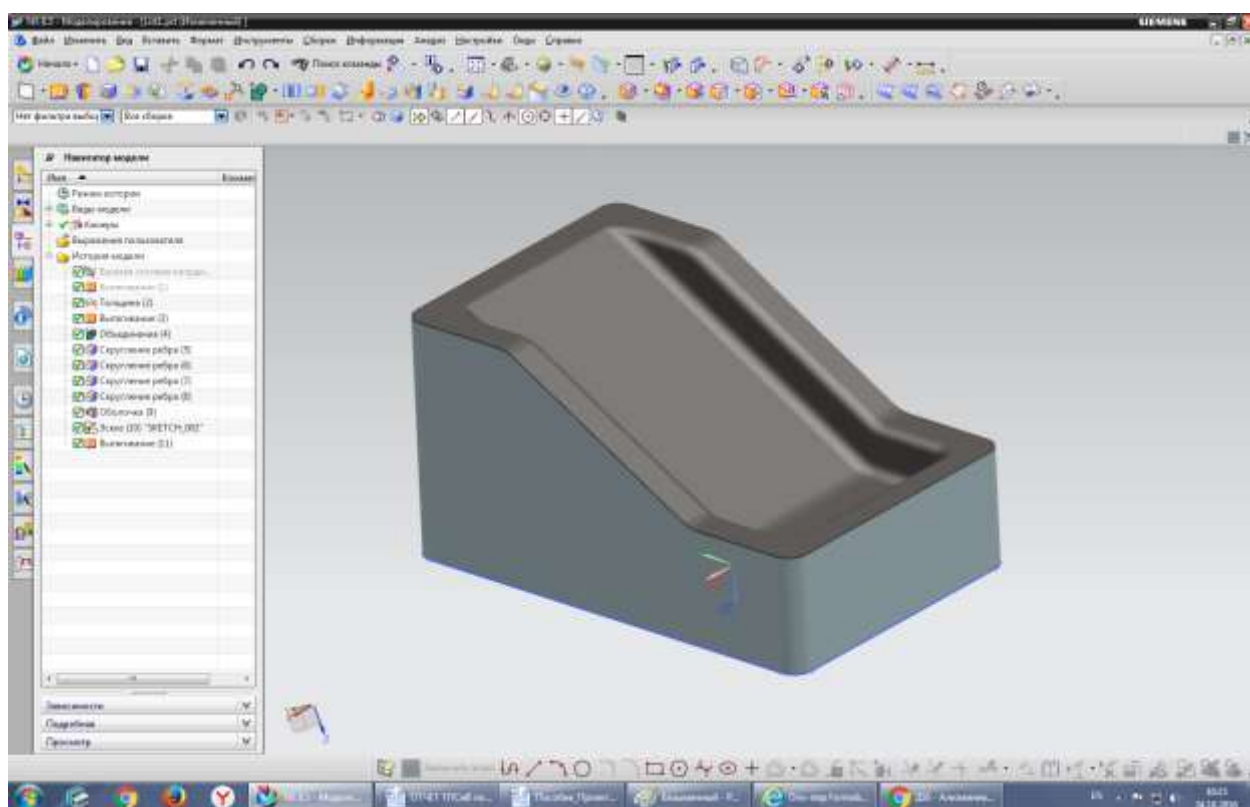


Рисунок И2 – Построение технологической оснастки

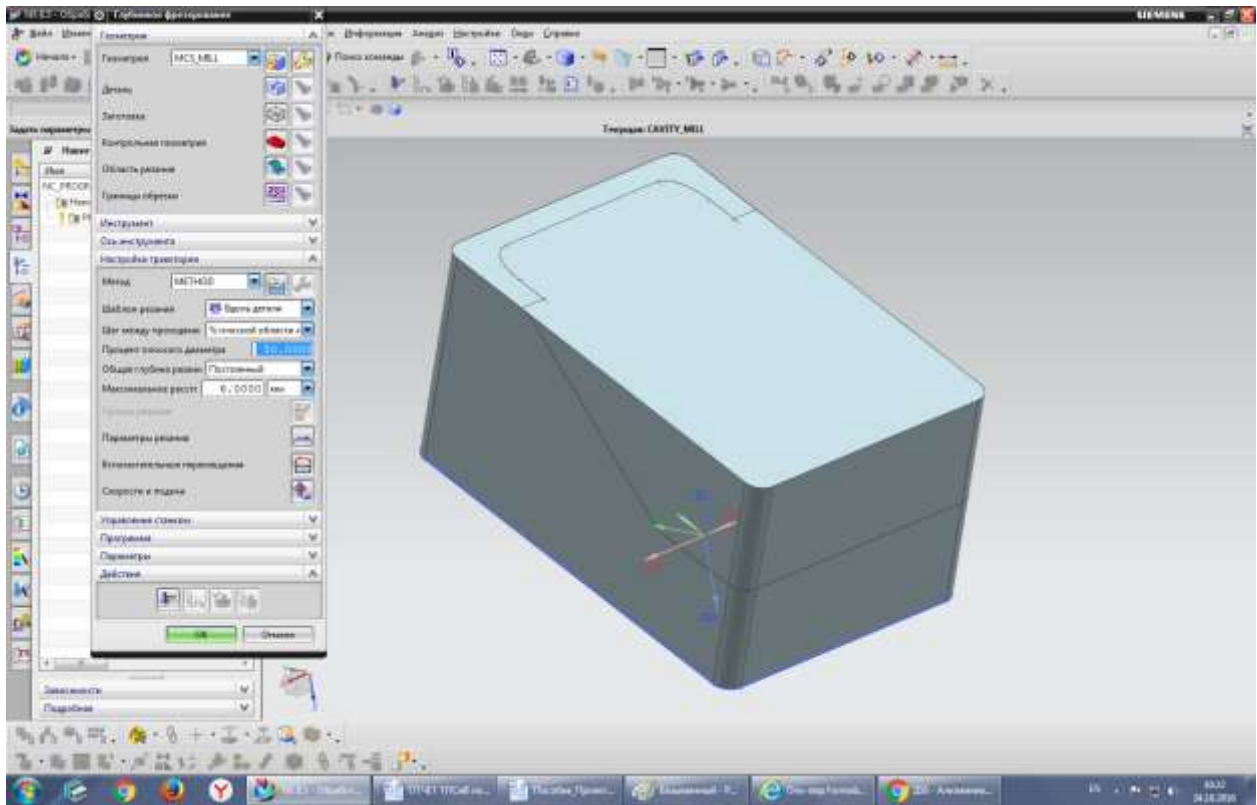


Рисунок И3 – Построение заготовки

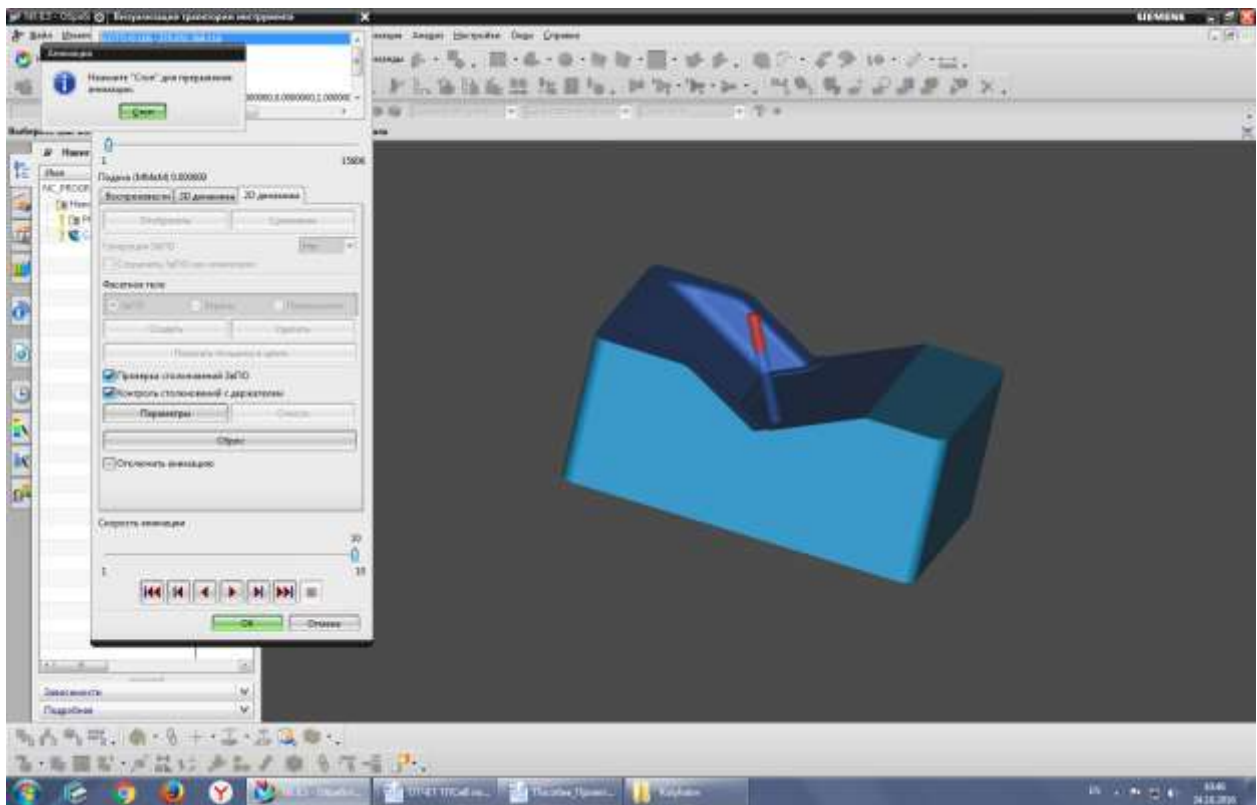


Рисунок И4 – Обработка (промежуточный)

## ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

(Приблизительный перечень тем междисциплинарных проектов)

1. Разработка механического привода, к органам (поверхностям) управления, (механизации) сложной технической системы, перемещающейся в сплошной сжимаемой (несжимаемой) среде;
2. Разработка гидро-(пневмо)привода подачи рабочей жидкости к исполнительным органам механизма с учетом потерь мощности на сопротивление (с учетом теплообмена с окружающей средой);
3. Разработка теплообменного аппарата, аппаратов ХТ (адсорберы, ректификационные колонны, выпариватели и т.п.) с учетом распределения потоков без «мертвых зон» с учетом критерия Эйлера, Грасгофа, Рейнольдса;
4. Разработка конструкций агрегатов технических систем с учетом статической и динамической прочности, ударной вязкости, с учетом достижения минимальной массы;
5. Разработка конструкций с учетом статической прочности, устойчивости, с учетом исключения резонансных мод (колебаний);
6. Разработка технологии механической обработки детали изделия с учетом минимизации коэффициента использования материала;
7. Оптимизация процесса деформирования листовых изделий с учетом коэффициента деформации, пластичности, пружинения, а также построение разверток листовых штампованных изделий с учетом вышеперечисленных факторов, построение технологической оснастки и генерация управляющей программы для станков с ЧПУ



