

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и
дизайна»
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.В.ДВ.01.02 Цифровое твердотельное моделирование

Учебный план: _____ ФГОС3++b540301Ц-1_22-14.plx

Кафедра: Дизайна и медиатехнологий

Направление подготовки:
(специальность) 54.03.01 Дизайн

Профиль подготовки: Цифровой промышленный дизайн
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации	
	Лекции	Практ. занятия					
5	УП	17	34	57	36	4	Экзамен
	РПД	17	34	57	36	4	
Итого	УП	17	34	57	36	4	
	РПД	17	34	57	36	4	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 54.03.01 Дизайн, утверждённым приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 13.08.2020 г. № 1015

Составитель (и):

заведующий кафедрой

Доктор технических наук, заведующий кафедрой

Ильина О.В.

Мигунов Н. П.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой дизайна и медиатехнологий

Ильина О.В.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Ильина О.В.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: приобретение студентами профессиональных навыков работы в среде программных систем 3D моделирования, систем автоматизации чертежно-графических работ и подготовки публикаций, дизайн моделирования и анимации

1.2 Задачи дисциплины:

ознакомление студентов с

- необходимыми сведениями об основах и навыках применения 3D моделирования
- схемами этапов твёрдотельного моделирования,
- определение объекта моделирования,
- рассмотрение понятий объект, модель, система

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Инженерная графика в промышленном дизайне

Эскизирование в промышленном дизайне

Информационные технологии в дизайне

Компьютерные технологии в промышленном дизайне

Элементы математического анализа и теории вероятности в промышленном дизайне

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-2: Способен осуществлять компьютерное моделирование, визуализацию и презентацию модели продукта с использованием новых информационных технологий
Знать: принципы моделирования инженерных деталей и сборок методами цифровой графики
Уметь: на практике применять компьютерные методы моделирования объектов промышленного дизайна
Владеть: цифровыми методами объёмно – пространственного и графического изображения

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)			
Раздел 1. Введение. Каркасные, поверхностные и твердотельные модели в CAD-системах: состав и отличительные признаки	5					С
Тема 1. Общий обзор о цифровом твёрдотельном моделировании. Каркасная модель. Каркасное моделирование представляет собой моделирование самого низкого уровня и имеет ряд серьезных ограничений, большинство из которых возникает из-за недостатка информации о гранях, заключенных между линиями, и невозможности выделить внешнюю и внутреннюю область изображения твердого объемного тела.		2	4	6	ГД	
Тема 2. Поверхностная модель. Поверхностная модель более высокого уровня, чем каркасная модель, и, следовательно, как более гибкая и многофункциональная. Методы поверхностного моделирования обладают многими достоинствами (хотя бы по сравнению с каркасным моделированием), существует ряд ограничений на их использование, которые в основном связаны с недостаточностью точностью представлений для обеспечения надежных данных о трехмерных объёмных телах и расчёта массовых и инерционных характеристик изделий.		1	3	5	ГД	
Тема 3. Твердотельная модель Твердотельное моделирование является единственным средством, которое обеспечивает полное однозначное описание трехмерной геометрической формы. Этот способ моделирования представляет собой самый современный и наиболее мощный из трех представленных методов.		2	4	6	ГД	
Раздел 2. Возможности использования поверхностей при моделировании твердотельных элементов						

<p>Тема 4. Твердотельная модель на основе имеющегося эскиза или эскизов. Для задания формы объемных элементов выполняется такое перемещение эскиза в пространстве, след от которого определяет форму элемента (например, поворот дуги окружности вокруг оси образует сферу или тор, смещение многоугольника – призму. Формообразующее перемещение эскиза будем называть операцией. Элемент “вращения” образуется при вращении эскиза вокруг оси, лежащей в плоскости эскиза.</p>	2	4	6	ГД	
<p>Тема 5. Построение элемента “по траектории” Построение образуется при перемещении эскиза вдоль указанной направляющей. При построении элемента по траектории используются как минимум два эскиза; в одном из них изображено элемента по траектории, в остальных - траектория движения сечения. Вообще говоря, элементы вытягивания и вращения являются частными случаями элемента по траектории. Очевидно, в элементе вытягивания траектория перемещения эскиза-сечения представляет собой отрезок прямой линии, а в элементе вращения – дугу окружности (или полную окружность).</p>	2	4	6		
<p>Тема 6. Построение элемента “по сечениям” Построение тела по нескольким сечениям эскизам (по двум и более), не лежащим в одной плоскости и соединяемым друг с другом определённым образом непосредственно или с помощью каких-либо вспомогательных построений (также эскизов). Каждая операция имеет дополнительные опции, позволяющие варьировать правила построения тела.</p>	2	4	6		
<p>Раздел 3. Методы моделирования твердотельных моделей</p>					С

<p>Тема 7. Геометрические модели Последовательность построений: сначала строится 3D вид, а затем автоматически генерируются 2D виды. Некоторые системы способны преобразовывать сборочные чертежи механизма ортогональной проекции в 3d вид этого изделия в разобранном состоянии. Возможность генерировать траектории движения инструмента, и имитация функционирования роботов делает 3D моделирование неотъемлемой частью интеграции САПР/АСТПП. В некоторых системах 3D имеются средства автоматического анализа физических характеристик, таких как вес, моменты инерции и средства решения геометрических проблем сложных сопряжений и интерпретации. Поскольку в 3D системах существует автоматическая связь между данными различных геометрических видов изображения, 3D моделирование полезно в тех приложениях, где требуется многократное редактирование 3D образа на всех этапах процесса проектирования.</p>	2	4	6		
<p>Тема 8. Система координат. Плоскости построений Системы координат Пользовательская система координат Необходимость ПСК-построение плоских примитивов не в плоскостях мировой системы координат получение нового направления выдавливания получение нового начала отсчета координат и ориентации координатных осей Способы создания ПСК (по меню, панель ПСК) Задание ПСК на основе выбранного объекта. Направление выдавливания выбранного объекта определяет положительное направление оси Z новой ПСК. Плоскость построения - плоскость, в которой можно указывать точки маркером (мышью). Совпадает с плоскостью XY текущей системы координат или параллельна ей. (В AutoCAD положение плоскости построений плоского объекта или контура вдоль оси Z относительно нуля можно определить значением системной переменной ELEVATION, а также командой ELEV.)</p>	2	4	8		

Тема 9. Стандарты ГОСТ 2.051-2013. Преимущества твердотельных моделей Стандарты ГОСТ 2.051-2013 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Электронные документы. Общие положения. ДЭ состоит из двух частей: содержательной и реквизитной. Содержательная часть состоит из одной или нескольких ИЕ (файлов), содержащих необходимую информацию об изделии. Содержательная часть может состоять отдельно или в любом сочетании из текстовой, графической, мультимедийной информации. Реквизитная часть состоит из структурированного (сгруппированного) по назначению набора реквизитов и их значений. Номенклатура реквизитов ДЭ - по ГОСТ 2.104. В реквизитную часть ДЭ допускается вводить дополнительные реквизиты с учетом особенностей применения и обращения ДЭ. ЭП - неотъемлемая часть реквизитной части ДЭ, предназначенная для удостоверения и подтверждения его подлинности и целостности						
		2	3	8		
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		17	34	57		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)		2,5		33,5		
Всего контактная работа и СР по дисциплине		53,5		90,5		

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ПК-2	Имеет представление о принципах моделирования инженерных деталей и сборок методами цифровой графики Анализирует компьютерные методы моделирования объектов промышленного дизайна Демонстрирует цифровые методы объемно – пространственного и графического изображения	Вопросы устного собеседования Практико - ориентированные задания

5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Глубокое освоение программного материала, логически стройное его изложение; свободное, грамотное выполнение и обоснование проведённых практических заданий. Практические задания сдавались в течение семестра в срок;	
4 (хорошо)	Твердые знания программного материала, допустимые несущественные неточности при ответе	

	на вопросы, нарушение логической последовательности в изложении программного материала; Практические задания сдавались в течение семестра в срок. Присутствуют не исправленные в процессе работы технические ошибки	
3 (удовлетворительно)	Знание только основного материала, допустимы неточности в ответе на вопросы, нарушение логической последовательности в изложении программного материала. Практические задания сдавались в течение семестра в срок. Работы выполнены с техническими ошибками и небрежно оформлены.	
2 (неудовлетворительно)	Незнание значительной части программного материала, неумение даже с помощью преподавателя сформулировать правильные ответы на задаваемые вопросы, Невыполнение практических заданий в течение семестра или задания сданы с большим опозданием от графика. Слабое владение графическими и техническими приёмами.	

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 5	
1	Роль моделирования в процессе проектирования технических объектов
2	Описать четыре формообразующие операции построения твёрдых тел.
3	Дать определение понятия “моделирование” и “модель”. Перечислить виды моделей, какие вы знаете.
4	Что означает термин “параметрическое моделирование” в современных cad-системах.
5	Сформулируйте достоинства, отличающие трехмерные модели твердых тел от каркасных и поверхностных моделей
6	Системы cad/cam/cae. Основные определения
7	Описать особенности построения элемента “По траектории” с использованием направляющих кривых.
8	Технология автоматизированного проектирования сборок в современных cad-системах: описать два вида сборок, перечислить их достоинства и недостатки
9	Дополнительные элементы конструкции деталей: фаски, скругления, уклоны и куполы. Описать процесс и методы построения, а также используемые для построения указанных элементов объекты.
10	Вариационная параметризация эскиза: описать сущность процесса наложения связей (ограничений) на геометрические объекты, перечислить по крайней мере 5 типов ограничений
11	Проектирование отверстий сложной формы в деталях: описать процесс построения.
12	Объяснить, почему не обязательно соблюдать абсолютную точность при создании эскизов в Solid Works.
13	Система координат, используемая в системе SolidWorks
14	Перечислить возможные элементы эскизов в системе SolidWorks.
15	Тонкостенные элементы и оболочки: описать процесс создания, а также объяснить, в чём состоит их различие.
16	Основная и вспомогательная геометрия эскиза: назначение и различие
17	Сопряжения в сборках: дать определение и назвать типы сопряжений, применяемых в SolidWorks.
18	Создание дополнительной (справочной) геометрии: вспомогательных осей, плоскостей и систем координат. Представить возможные назначения каждого из перечисленных объектов.
19	Элементы вытягивания и выреза вытягиванием в системе SolidWorks. Требования к эскизам. Параметры и граничные условия.
20	Элементы “По траектории”. Требования к эскизам сечения и направления

21	Проектирование деталей из листового металла: процесс создания и основные элементы конструкции (базовая кромка, ребро-кромка, каёмка (отбортовка), кромка под углом, угол, сгибы, нарисованные сгибы).
22	Создание вспомогательных осей: перечислить 4 способа задания. Представить возможные способы использования вспомогательных осей.
23	Массивы элементов конструкции в деталях: типы и способы задания.
24	Порядок создания сборки “сверху вниз”.
25	Массивы компонентов в сборках: типы и способы задания
26	Редактирование деталей в контексте сборки: создание полостей (“вычитание деталей друг из друга”).
27	Проектирование деталей из листового металла: преобразование тонкостенных оболочек и создание конструкции на основе “базовой кромки”.
28	Возможности использования поверхностей при моделировании твердотельных элементов.
29	Основные понятия и определения трёхмерного компьютерного моделирования
30	Каркасные, поверхностные и твердотельные модели в САД-системах: состав и отличительные признаки.
31	Геометрические модели
32	Система координат. Плоскости построений
33	Стандарты ГОСТ 2.051-2013. Преимущества твердотельных моделей

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Типовые практико-ориентированные задания находятся в приложении к данной РПД

5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная Письменная Компьютерное тестирование Иная

5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Экзамен проходить в виде устного собеседования и просмотра практических работ выполненных в течении семестра с последующим обсуждением

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Павлов, С. И., Кострюков, А. В., Горельская, Л. В.	Инженерная графика. Часть 3	Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ	1998	http://www.iprbooks.hop.ru/21589.html
Павлов, С. И., Кострюков, А. В., Горельская, Л. В.	Инженерная графика. Часть 1	Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ	1998	http://www.iprbooks.hop.ru/21587.html
Павлов, С. И., Кострюков, А. В., Горельская, Л. В.	Инженерная графика. Часть 2	Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ	1998	http://www.iprbooks.hop.ru/21588.html
Герасимов, А. Г.	Развертка, изометрия поверхностей	Саратов: Вузовское образование	2016	http://www.iprbooks.hop.ru/46810.html
Ваншина, Е. А., Кострюков, А. В., Семагина, Ю. В.	Инженерная графика	Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ	2010	http://www.iprbooks.hop.ru/21763.html

Конюкова, О. Л., Кашуба, А. Н., Диль, О. В.	Инженерная и компьютерная графика. Начертательная геометрия	Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики	2020	https://www.iprbooks.hop.ru/117096.html
Петрова, Л. А., Борисова, А. Ю., Степура, Е. А.	Проекционное черчение	Москва: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ	2013	http://www.iprbooks.hop.ru/23737.html
Гущин, Л. Я., Ваншина, Е. А.	Изображения. Виды, разрезы, сечения	Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ	2007	http://www.iprbooks.hop.ru/21579.html
Ваншина, Е. А., Винокурова, Л. М., Егорова, М. А.	Тело с вырезами	Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ	2008	http://www.iprbooks.hop.ru/21680.html
Литвинова А.В.	Инженерная графика в промышленном дизайне	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2021	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=20215055
Золотарева, Н. Л., Менченко, Л. В.	Инженерная графика: виды, разрезы, сечения	Саратов: Профобразование	2021	https://www.iprbooks.hop.ru/104696.html
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Герасимов, А. Г.	Сопряжения. Лекальные кривые	Саратов: Вузовское образование	2016	http://www.iprbooks.hop.ru/46809.html
Кондратьева, Т. М., Митина, Т. В., Гусарова, Е. А.	Начертательная геометрия (Теория построения проекционного чертежа)	Москва: МИСИ-МГСУ, ЭБС АСВ	2020	http://www.iprbooks.hop.ru/101854.html
Иванов, А. О., Ильютко, Д. П., Носовский, Г. В., Тужилин, А. А., Фоменко, А. Т.	Компьютерная геометрия	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа	2020	https://www.iprbooks.hop.ru/94852.html
А. В. Литвинова	Инженерная графика в промышленном дизайне: практикум	М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петербург. гос. ун-т пром. технологии и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. — : ВШТЭ СПбГУПТД	2021	http://nizrp.narod.ru/metod/kpromdes/1636813506.pdf

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>
2. Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>
3. Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibooks.ru/>
4. Система стандартов эргономики и технической эстетики [Электронный ресурс]. URL: <http://vsegost.com/Catalog/29/29739.shtml> ГОСТ 30.001-83
5. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Раздел. «Информатика и информационные технологии» [Электронный ресурс]. URL: http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.2.75.6
6. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Раздел. «Материаловедение. Технология конструкционных материалов». [Электронный ресурс]. URL: http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.2.75.1

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftOfficeProfessional 2013
PTC Mathcad 15
AutoCADDesign
Microsoft: Office Standard 2016 Russian OLP NL AcademicEdition
Adobe: Lightroom 6 AcademicEdition License International English Multiple Platforms

6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду
В-409	3D-принтер MegaBotDualKit(FDMпечать), 3D-принтер WanhaoDuplicator i3(FDMпечать), 3D-сканер Maker Bot Digitizer (лазерный), 3D-принтер Wanhao C.G.R. (лазерная стереолитография), плоттер HPDesignjet T630 24", Три компьютера

Приложение

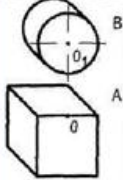



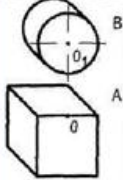



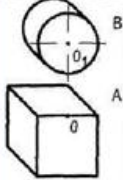



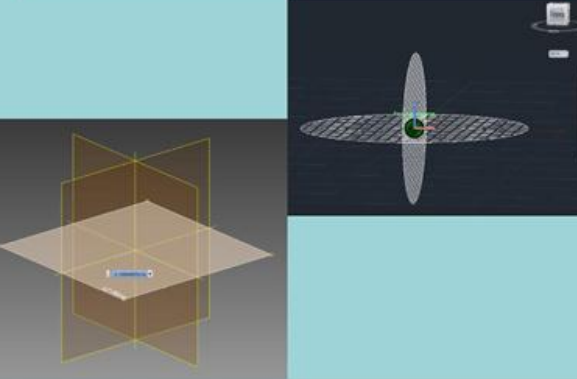
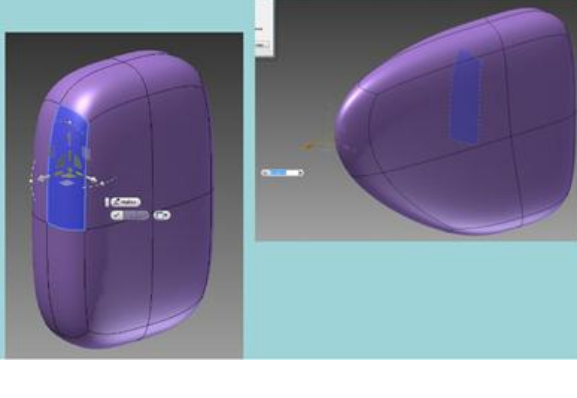
рабочей программы дисциплины Цифровое твердотельное моделирование

наименование дисциплины

по направлению подготовки 54.03.01 Дизайн

наименование ОП (профиля): Цифровой промышленный дизайн

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания

№ п/п	Условия типовых практико-ориентированных заданий												
Семестр 5													
<p>1</p>	<p>Построить твердотельные примитивы методом конструктивного представления Метод заключается в построении твердотельных моделей из базовых составляющих элементов, называемых твердотельными примитивами, и определяемых формой, размерами, точкой привязки и ориентацией. Модель конструктивной геометрии представляет собой бинарный древовидный граф $G=(V,U)$, где V – множество вершин – базовые элементы формы – примитивы, из которых конструируется объект, а U – множество ребер, которые обозначают теоретико-множественные операции, выполняемые над соответствующими базовыми элементами формы. Каждый примитив модели задан множеством атрибутов $A=<X,Y,Z,Lx,Ly,Lz,Sx,Sy,...,Sn,>$ где X,Y,Z - где координаты точки привязки локальной СК к системе целого объекта; Lx,Ly,Lz - углы поворота, $Sx,Sy,...,Sn$ - метрические параметры объекта. Наиболее часто следующие операции: пересечение, объединение и разность.</p>												
<div data-bbox="890 600 1485 1055"> <h3 style="text-align: center;">Геометрические модели. Методы моделирования</h3> <p style="text-align: center;">МЕТОД КОНСТРУКТИВНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Твердотельные примитивы</th> <th colspan="3">Булева операция</th> </tr> <tr> <th>объединение (U)</th> <th>разность (-)</th> <th>пересечение (∩)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">  </td> <td style="text-align: center;"> $A \cup B$  </td> <td style="text-align: center;"> <table border="0"> <tr> <td style="text-align: center;">$A - B$</td> <td style="text-align: center;">$B - A$</td> </tr> </table>  </td> <td style="text-align: center;"> $A \cap B$  </td> </tr> </tbody> </table> </div>	Твердотельные примитивы	Булева операция			объединение (U)	разность (-)	пересечение (∩)		$A \cup B$ 	<table border="0"> <tr> <td style="text-align: center;">$A - B$</td> <td style="text-align: center;">$B - A$</td> </tr> </table> 	$A - B$	$B - A$	$A \cap B$ 
Твердотельные примитивы		Булева операция											
	объединение (U)	разность (-)	пересечение (∩)										
	$A \cup B$ 	<table border="0"> <tr> <td style="text-align: center;">$A - B$</td> <td style="text-align: center;">$B - A$</td> </tr> </table> 	$A - B$	$B - A$	$A \cap B$ 								
$A - B$	$B - A$												
<p>2.</p>	<p>Построить примитивы методами плоскостного и свободного построения. Существует 2 варианта построения поверхностей на полигональной модели: с использованием сплайнов и без них. В первом случае полигональная модель в продольном и поперечном направлениях делится сплайнами на участки. Как правило, такие сплайны имеют от 50 до 100 опорных точек. Для получения «сглаженной» поверхности, количество опорных точек сплайна необходимо снизить до 5-10 в зависимости от формы. Затем на участке полигональной сетки, ограниченной со всех сторон оптимизированными сплайнами, строятся поверхности. Качество (точность) поверхности можно регулировать двумя способами. Первый заключается в том, что на поверхности построения задается число опорных точек и величина допустимых отклонений от этих точек. Второй способ основан на использовании U,V сетки на поверхности. Отдельно задается число опорных сплайнов для параметра U и отдельно для параметра V, по которым затем и формируется поверхность. Первый способ более точно повторяет поверхность, полученную в результате сканирования, однако во многих случаях, в том числе и нашем, предпочтительным является второй, так как поверхность получается более «сглаженной». Аналогичным образом строятся поверхности на всех участках полигональной модели, которые затем "сшиваются" в единую результирующую поверхность. При данном варианте построения все поверхности имеют четкие границы, поэтому необходимости подрезать края не возникает.</p>												
<div data-bbox="890 1122 1485 1576"> <h3 style="text-align: center;">Плоскости построений</h3>  </div> <div data-bbox="890 1608 1485 2080"> <h3 style="text-align: center;">Свободное построение</h3>  </div>													