

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ, ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И ИННОВАЦИЙ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

МОО ВО Кыргызско-Российский Славянский университет
имени первого Президента Российской Федерации Б.Н. Ельцина



УТВЕРЖДАЮ

Директор
(должность)

Лоцев Г.В.
(ФИО)

3 сентября ____ 2026 г.

Использование современного программного комплекса Autodesk Inventor

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	Высшая школа Природопользования, мехатроники и транспорта
Учебный план	Направление 15.03.03 - РФ, 650500 - КР Прикладная механика Профиль "Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг"
Квалификация	бакалавр
Форма обучения	очная

Общая трудоемкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108
в том числе:	
аудиторные занятия	50
самостоятельная работа	57,9

Виды контроля в семестрах:
зачет с оценкой 5

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		Итого	
Неделя	17 2/6			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	16	16	16	16
Практические	34	34	34	34
Контактная работа в период теоретического обучения	0,1	0,1	0,1	0,1
В том числе инт.	2	2	2	2
В том числе в форме практ.подготовки	2		2	
Итого ауд.	50	50	50	50
Контактная работа	50,1	50,1	50,1	50,1
Сам. работа	57,9	57,9	57,9	57,9
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

к.ф.-м.н., Герман Константин Анатольевич



к.т.н, Джаманкулов Азамат Кенешбекович



Рецензент(ы):

к.ф.-м.н., Комарцов Никита Михайлович



д.т.н, Муслимов Аннас Поясович



Согласовано РОП:

к.ф.-м.н., Герман Константин Анатольевич



Рабочая программа дисциплины

Использование современного программного комплекса Autodesk Inventor

разработана в соответствии с ФГОС 3++:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 15.03.03 Прикладная механика (приказ Минобрнауки России от 09.08.2021 г. № 729)

составлена на основании учебного плана:

Направление 15.03.03 - РФ, 650500 - КР Прикладная механика

Профиль "Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг"

утвержденного учёным советом вуза от 26.06.2026 протокол № 11.

Рабочая программа одобрена на заседании **Высшей школы Природопользования, мехатроники и транспорта**

Протокол от 02.09.2026 г. № 1

Срок действия программы: 2026-2032 уч.г.

Руководитель подразделения: Алсеитов Мирлан



ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ
к рабочей программе дисциплины (модуля)

Использование современного программного комплекса Autodesk Inventor

№ п/п	Основание внесения изменения	Раздел/ пункт	Содержание изменения
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	формирование у студентов компетенций в области автоматизированного трехмерного проектирования и конструирования механических изделий с использованием программного комплекса Autodesk Inventor. Дисциплина направлена на освоение методов параметрического моделирования деталей, создания сборочных единиц, разработки конструкторской документации и подготовки цифровых моделей изделий. Особое внимание уделяется применению инструментов Autodesk Inventor для решения инженерных задач прикладной механики, анализа конструктивных решений и подготовки моделей к изготовлению. В результате освоения дисциплины студент должен приобрести способность самостоятельно разрабатывать и документировать трехмерные цифровые модели механических объектов с учетом требований конструкторской документации.
-----	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:	Б1.В.1.ДВ.01
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Б1.О.3.02. Теоретическая механика
2.1.2	Б1.О.3.03. Сопротивление материалов
2.1.3	Б1.О.3.05. Материаловедение
2.1.4	Б1.О.3.01. Введение в профессиональную деятельность
2.1.5	Б1.О.2.07. Начертательная геометрия и инженерная графика
2.1.6	
2.1.7	Б1.В.1.ДВ.05.01. Детали машин и основы конструирования
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Б3.О.03. Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.2	Б3.О.02. Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
2.2.3	Б2.О.02(Пд). Преддипломная практика
2.2.4	Б2.В.01(П). Технологическая (проектно-технологическая) практика

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПК-2: Готовностью выполнять научно-исследовательские работы в области прикладной механики с использованием современных вычислительных методов, высокопроизводительных вычислительных систем и наукоемких компьютерных технологий, широко распространённых в промышленности систем мирового уровня и экспериментального оборудования для проведения механических испытаний

Знать:	
Уровень 1	Знать: ☐ Основные направления и специфику выполнения расчетно-экспериментальных работ с использованием современных вычислительных методов, высокопроизводительных вычислительных систем и наукоемких компьютерных технологий в области прикладной механики.
Уровень 2	
Уровень 3	
Уметь:	
Уровень 1	Уметь: ☐ Выполнять расчетно-экспериментальные работы в области прикладной механики с использованием современных вычислительных методов, высокопроизводительных вычислительных систем и наукоемких компьютерных технологий
Уровень 2	
Уровень 3	
Владеть:	
Уровень 1	Владеть: ☐ методами проведения расчетно-экспериментальных работ в области прикладной механики с использованием современных вычислительных методов, высокопроизводительных вычислительных систем и наукоемких компьютерных технологий
Уровень 2	
Уровень 3	

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
-----	---------------

3.1.1	назначение, структуру и основные возможности программного комплекса Autodesk Inventor;
3.1.2	принципы параметрического трехмерного моделирования деталей и сборочных единиц;
3.1.3	основные методы создания эскизов, деталей, поверхностей и сборок;
3.1.4	принципы формирования конструкторской документации на основе 3D-моделей;
3.1.5	основные инструменты анализа геометрии и конструктивных характеристик изделий;
3.1.6	форматы хранения, импорта и экспорта цифровых моделей и конструкторских данных.
3.2	Уметь:
3.2.1	создавать и редактировать параметрические трехмерные модели деталей;
3.2.2	разрабатывать сборочные единицы и задавать взаимное положение компонентов;
3.2.3	создавать рабочие чертежи деталей и сборочных единиц на основе 3D-моделей;
3.2.4	применять зависимости, параметры и конструктивные элементы для управления моделью;
3.2.5	выполнять проверку и анализ разработанных конструкций;
3.2.6	подготавливать цифровые модели и конструкторскую документацию для последующего изготовления изделия.
3.3	Владеть:
3.3.1	навыками работы с основными инструментами Autodesk Inventor;
3.3.2	методами параметрического моделирования механических деталей и сборочных единиц;
3.3.3	навыками создания и редактирования цифровых прототипов изделий;
3.3.4	навыками разработки конструкторской документации на основе трехмерных моделей;
3.3.5	навыками применения современных САПР для решения задач проектирования в области прикладной механики.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте. ракт.	Пр. подг.	Примечание
	Раздел 1. Параметрическое моделирование деталей							
1.1	Проект Inventor и геометрически определённый эскиз Организация проекта и взаимосвязь файлов IPJ, IPT, IAM и IDW либо DWG Inventor; выбор шаблона и единиц длины. Плоскости координат, начало координат и построение контура детали на примере опорной пластины. Геометрические зависимости совпадения, параллельности, перпендикулярности, касания, равенства и симметрии. Размерные зависимости и степени свободы эскиза; отличие управляющего размера от справочного. Поиск недоопределённых элементов и конфликтующих зависимостей; обоснованное закрепление эскиза относительно начала координат. /Лек/	5	2	ПК-2	Л1.1Л2.1Л3.1			
1.2	Создание проекта, выбор шаблонов и организация файлов изделия. Построение полностью определённого эскиза опорной пластины. /Пр/	5	4	ПК-2	Л1.1Л2.1Л3.1			

1.3	Создание твердотельной модели и последовательность конструктивных элементов Выдавливание и вращение как способы получения базовой геометрии корпуса, втулки и ступенчатого вала. Добавление и удаление материала; выбор профиля, направления и условия завершения операции. Отверстия, фаски и скругления; отражение конструктивного смысла в дереве модели. Рабочие плоскости, оси и точки; устойчивые опоры для последующих построений. Зеркальное отражение и массивы элементов; редактирование модели и устранение ошибок перестроения. /Лек/	5	2	ПК-2	Л1.1Л2.1Л3.1			
1.4	Моделирование втулки и ступенчатого вала вращением. Построение кронштейна с отверстиями, массивом и скруглениями. /Пр/	5	4	ПК-2	Л1.1Л2.1Л3.1	2		Командная работа
1.5	Геометрия переменного сечения и применение поверхностей Операция по траектории: профиль, направляющая и ограничения построения на примере изогнутого элемента. Операция по сечениям: взаимное расположение профилей и образование переходного участка. Создание поверхности и отличие поверхностного тела от замкнутого твердого тела. Обрезка, сшивки и утолщение поверхностей в пределах простой инженерной задачи. Проверка замкнутости и толщины; выбор между поверхностным и твердотельным способом моделирования. /Лек/	5	2	ПК-2	Л1.1Л2.1Л3.1			
1.6	Моделирование изогнутого элемента по траектории. Создание переходной поверхности и получение тонкостенной детали. /Пр/	5	4	ПК-2	Л1.1Л2.1Л3.1			

1.7	Повторение проекций и координат; создание двух эскизов с объяснением устранения степеней свободы. Моделирование двух деталей различными последовательностями операций и сравнение устойчивости дерева операций. Построение переходного элемента и проверка замкнутости полученного тела. /Ср/	5	22	ПК-2	Л1.1Л2.1Л3.1			
	Раздел 2. Управление вариантами и сборками							
2.1	Параметры и устойчивость модели при изменении размеров Пользовательские и модельные параметры, наименования и размерности; выражения и зависимости размеров. Конструкторский замысел: симметрия, толщина стенки и положение отверстий как сохраняемые связи. Проверка модели при трёх наборах размеров; выявление геометрически недопустимых сочетаний параметров. Представление типоразмеров средствами iPart или состояний модели в пределах возможностей установленной версии. Назначение iLogic: демонстрация одного правила изменения параметра; границы уместной автоматизации без разработки приложения. /Лек/	5	2	ПК-2	Л1.1Л2.1Л3.1			
2.2	Построение параметрической детали с формульными зависимостями. Проверка трёх типоразмеров и исправление ошибок перестроения. /Пр/	5	4	ПК-2	Л1.1Л2.1Л3.1			

2.3	Сборочная модель и взаимное положение компонентов Структура сборки, размещение деталей и выбор базового компонента; степени свободы свободного твёрдого тела. Сборочные зависимости и соединения; выбор средства для неподвижного и подвижного сопряжения. Соосность, прилегание и угловая ориентация деталей на примере опоры с валом. Повторяющиеся компоненты и библиотечный крепёж; идентификация деталей и заполнение свойств. Диагностика избыточных связей, проверка оставшегося движения и обнаружение геометрических пересечений. /Лек/	5	2	ПК-2	Л1.1Л2.1Л3.1			
2.4	Создание сборки опоры и задание положения компонентов. Проверка подвижности, библиотечного крепежа и пересечений. /Пр/	5	4	ПК-2	Л1.1Л2.1Л3.1			
2.5	Разработка таблицы трёх наборов параметров и фиксация результата перестроения. Доработка сборки опоры; подбор компонента по каталогу и проверка его размеров. /Ср/	5	15	ПК-2	Л1.1Л2.1Л3.1			
	Раздел 3. Документирование и инженерная проверка							
3.1	Ассоциативные чертежи и состав изделия Создание чертежа по модели; основной и проекционные виды, масштаб и выбор достаточного состава изображений. Разрезы, сечения и местные виды для раскрытия внутренней геометрии изделия. Размеры, обозначения отверстий, допуски и шероховатость; различие параметров построения и размеров для изготовления. Свойства модели и оформление основной надписи по принятому шаблону; обновление документа при изменении детали. Ведомость состава ВОВ, позиции и перечень деталей; проверка соответствия состава сборки и документации без предположения об автоматическом получении спецификации ЕСКД. /Лек/	5	2	ПК-2	Л1.1Л2.1Л3.1			

3.2	Создание рабочего чертежа детали с разрезом и размерами. Создание сборочного чертежа с позициями и перечнем деталей. /Пр/	5	4	ПК-2	Л1.1Л2.1Л3.1			
3.3	Проверка модели и подготовка к расчётному анализу Измерение расстояний, углов и толщин; назначение материала и различие материала и внешнего вида. Объём, масса и положение центра масс; контроль массы простой втулки аналитическим вычислением. Проверка сборочных пересечений и зазоров; ограничения проверки по номинальной геометрии. Подготовка расчётной геометрии: удаление несущественных деталей, сохранение силового пути и описание допущений. Расчётная схема простой консоли, материал, закрепление и нагрузка; смысл независимой проверки перемещений. /Лек/	5	2	ПК-2	Л1.1Л2.1Л3.1			
3.4	Проверка объёма и массы втулки по аналитическому расчёту. Упрощение геометрии консоли и подготовка расчётной схемы /Пр/	5	4	ПК-2	Л1.1Л2.1Л3.1			
3.5	Обмен данными и комплектование цифрового изделия Нативные и нейтральные форматы: IPT, IAM, IDW, DWG, STEP, STL и PDF; выбор формата по задаче получателя. Отличие передачи геометрии от передачи истории построения, параметров и ассоциативных связей. Контроль импортированной модели: единицы, размеры, число тел и объём; выявление дефектов геометрии. Подготовка модели к изготовлению: ориентация, качество сеточного представления STL и необходимость технологического согласования. Комплектование проекта средствами Pack and Go, включение связанных чертежей и проверка открытия комплекта из отдельной папки. /Лек/	5	2	ПК-2	Л1.1Л2.1Л3.1			

3.6	Экспорт STEP и STL с контролем повторно импортированной геометрии. Комплектование цифрового изделия и проверка связанных чертежей. Представление комплекта моделей и выполнение контрольного изменения. /Пр/	5	6	ПК-2	Л1.1Л2.1Л3.1			
3.7	Доработка двух чертежей и сверка позиций со структурой сборки. Проверка массы и единиц; аналитический расчёт прогиба консоли и пояснение допущений. Упаковка проекта, контроль импорта и подготовка пояснения к защите комплекта. /Ср/	5	20,9	ПК-2	Л1.1Л2.1Л3.1			
3.8	Консультации и проведение зачета /КрТО/	5	0,1		Л1.1Л2.1Л3.1			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания

Вопросы для текущего контроля

По каждой лекции приведены четыре вопроса. Обозначения Т1–Т32 используются в матрице ФОС.

Лекция 1

- Т1. Как проект IPJ помогает находить связанные файлы и что произойдёт при переносе одной сборки без деталей?
- Т2. Чем геометрическая зависимость отличается от размерной и почему справочный размер не управляет геометрией?
- Т3. Как определить оставшиеся степени свободы эскиза и выбрать связи для их устранения?
- Т4. Как обнаружить конфликт зависимостей и почему массовая фиксация геометрии затрудняет изменение модели?

Лекция 2

- Т5. Когда целесообразно использовать вращение, а когда выдавливание?
- Т6. Как выбрать условие завершения операции, чтобы отверстие сохранялось при изменении толщины?
- Т7. Почему изменение раннего элемента может нарушить последующие построения?
- Т8. Когда массив элементов предпочтительнее повторного рисования одинаковых контуров?

Лекция 3

- Т9. Какие исходные объекты необходимы для операции по траектории?
- Т10. От чего зависит корректность перехода между несколькими сечениями?
- Т11. Почему поверхность сама по себе не задаёт объём и массу сплошного изделия?
- Т12. Какие дефекты препятствуют сшивке поверхностей и образованию твёрдого тела?

Лекция 4

- Т13. Как задавать выражения параметров с учётом размерностей?
- Т14. Как сохранить толщину стенки втулки при изменении её наружного диаметра?
- Т15. Какие проверки нужны при испытании модели на крайних значениях размеров?
- Т16. Чем параметрическая формула отличается от правила iLogic и когда формулы достаточно?

Лекция 5

- Т17. Какие движения допускает свободная деталь и как меняются степени свободы при установке в сборку?
- Т18. Как обеспечить соосность вала и втулки, сохранив требуемое вращение?
- Т19. Почему внешне правильное положение компонентов ещё не подтверждает правильность сборочных связей?
- Т20. Что показывает анализ пересечений и какие вопросы посадок он не решает?

Лекция 6

- Т21. Как выбрать виды и разрезы, достаточные для чтения чертежа?
- Т22. Почему размеры эскиза нельзя без проверки считать полным набором размеров рабочего чертежа?
- Т23. Как проверить обновление чертежа после изменения модели?
- Т24. Как связаны структура BOM, позиции и перечень деталей на чертеже?

Лекция 7

- Т25. Почему смена внешнего вида детали не равнозначна назначению материала?
- Т26. Как проверить массу втулки по размерам и плотности?
- Т27. Какие элементы допустимо убрать при подготовке геометрии к расчёту и как обосновать упрощение?
- Т28. Какие данные нужны для проверки прогиба консоли и почему одна цветная карта напряжений недостаточна?

Лекция 8

- Т29. Какие данные сохраняются при передаче STEP, а какие следует передавать отдельно?

- T30. Почему после импорта необходимо проверять единицы и характерные размеры?
- T31. Чем сетка STL отличается от параметрической модели и как проверить масштаб файла?
- T32. Как собрать переносимый проект, включить чертежи и проверить полноту комплекта?

Задания для текущего контроля

- 31. Построить эскиз пластины 100×60 мм с четырьмя отверстиями диаметром 8 мм; отступы центров от ближайших сторон — 15 мм. Связать расположение отверстий с габаритами и проверить изменение длины до 120 мм.
- 32. Создать втулку $D = 40$ мм, $d = 24$ мм, $L = 60$ мм без фасок; назначить плотность 7850 кг/м^3 и сопоставить массу с ручным расчётом.
- 33. Создать деталь с переходом от круглого к прямоугольному сечению. Размеры и расстояние между сечениями назначает преподаватель до начала работы. Показать различие поверхностного и замкнутого твердотельного результата.
- 34. Собрать неподвижную опору с валом так, чтобы вал мог вращаться вокруг оси, но не перемещался вдоль неё. Объяснить каждую оставшуюся степень свободы.
- 35. Выполнить чертёж втулки и сборочный чертёж опоры; изменить длину втулки и показать корректное обновление изображений.
- 36. Подготовить геометрию прямоугольной консоли к расчёту; задать систему единиц, материал, закрепление и нагрузку. Выполнить независимый расчёт прогиба без обязательного запуска расчётного модуля.
- 37. Передать сборку в STEP и нативном комплекте; открыть оба результата из отдельной папки, проверить геометрию, состав и наличие чертежей.

Вопросы для промежуточной аттестации

- A1. Организация проекта и взаимосвязь документов Inventor.
- A2. Степени свободы эскиза и достаточность геометрических и размерных зависимостей.
- A3. Выбор базовой операции и последовательности конструктивных элементов.
- A4. Рабочая геометрия и устойчивость ссылок при изменении модели.
- A5. Построение по траектории и по сечениям: исходные объекты и ограничения.
- A6. Поверхностные тела, сшивка и получение замкнутого объёма.
- A7. Размерности параметров, формульные связи и допустимые диапазоны.
- A8. Проверка семейства типоразмеров и назначение средств автоматизации.
- A9. Степени свободы компонентов и выбор сборочных связей.
- A10. Диагностика пересечений, подвижности и избыточных сборочных связей.
- A11. Ассоциативные виды, разрезы и проверка комплекта размеров.
- A12. Свойства модели, структура BOM, позиции и перечень деталей.
- A13. Материал, плотность, объём и масса цифровой модели.
- A14. Упрощение геометрии и независимая проверка расчётной схемы.
- A15. Форматы обмена и проверка сохранности геометрии после импорта.
- A16. Комплектование проекта и обеспечение воспроизводимости результатов.

5.2. Темы курсовых работ (проектов)

курсовых работ не предусмотрено

5.3. Фонд оценочных средств

Тест текущего контроля

Один правильный ответ в каждом вопросе. Рекомендуемое время — 15 минут; за каждый правильный ответ — 1 балл.

Варианты ответов обозначены буквами А, Б, В.

1. Какой документ организует расположение файлов проекта? А — IPT; Б — IPJ; В — PDF.
 2. Что непосредственно управляет размером элемента в параметрическом эскизе? А — цвет линии; Б — справочный размер; В — управляющий размер.
 3. Какой признак указывает на недоопределённость эскиза? А — сохраняются неустранённые степени свободы; Б — есть окружности; В — назначен материал.
 4. Какую операцию рационально выбрать для осесимметричной втулки? А — оформление чертежа; Б — вращение профиля; В — размещение компонента.
 5. Втулка имеет наружный диаметр D и постоянную толщину t . Как задать внутренний диаметр d ? А — $d = D - t$; Б — $d = D + 2t$; В — $d = D - 2t$.
 6. Сколько степеней свободы имеет свободное твёрдое тело в пространстве? А — шесть; Б — три; В — одна.
 7. Что непосредственно выявляет анализ пересечений? А — качество термообработки; Б — взаимное проникновение геометрических объёмов; В — шероховатость поверхностей.
 8. Что необходимо проверить после изменения модели? А — только цвет фона; Б — только имя файла; В — обновление видов и согласованность размеров и позиций.
 9. По какой формуле определяется масса однородного тела? А — $m = \rho V$; Б — $m = \rho/V$; В — $m = V/\rho$.
 10. Что необходимо для передачи нативной сборки? А — только IAM; Б — сборка и все требуемые связанные документы с проверкой открытия; В — только изображение сборки.
- Ключ: 1 — Б; 2 — В; 3 — А; 4 — Б; 5 — В; 6 — А; 7 — Б; 8 — В; 9 — А; 10 — Б.
- Интерпретация: 9–10 баллов — уверенное понимание; 7–8 — достаточное с отдельными пробелами; 6 — минимальное, требуется разбор ошибок; 0–5 — повторное изучение тем и повторная проверка. Тест не заменяет оценку практических действий.

Контрольные задания с ориентирами проверки

K1 Параметрическая опорная пластина

Построить пластину длиной $L = 100$ мм, шириной $B = 60$ мм и толщиной $H = 10$ мм. Четыре сквозных отверстия диаметром 8 мм расположить с отступом центров $a = 15$ мм от ближайших сторон. Начало координат разместить в центре

пластины; координаты центров отверстий задать как $x = \pm(L/2 - a)$, $y = \pm(B/2 - a)$. Скругления и фаски не добавлять.

Выполнить три перестроения: $L = 100, 120$ и 140 мм при неизменных B, H, a . Сдать IPT, таблицу параметров и чертёж одного варианта. Показать сохранение симметрии, отступов и сквозного характера отверстий.

Ориентир: при $L = 100$ мм координаты центров составляют $(\pm 35; \pm 15)$ мм; при $L = 120$ мм — $(\pm 45; \pm 15)$ мм. Объём при $L = 100$ мм равен $60000 - 640\pi \approx 57989,38$ мм³. Основные ошибки: фиксация отверстий абсолютными координатами без связи с L , неполная определённость и исчезновение отверстий при изменении толщины.

K2 Масса цилиндрической втулки

Создать однородную втулку без фасок: $D = 40$ мм, $d = 24$ мм, $L = 60$ мм; $\rho = 7850$ кг/м³. Получить объём и массу программно; независимо вычислить $V = \pi(D^2 - d^2)L/4$ и $m = \rho V$ с переводом объёма в м³.

Ориентир: $V = 15360\pi \approx 48254,86$ мм³ = $4,825486 \times 10^{-5}$ м³; $m \approx 0,378801$ кг. Для этой идеальной геометрии принимается учебный критерий относительного расхождения не более 0,5 процента при одинаковой плотности. Это критерий задания, а не норматив точности Inventor.

Изменить d до 28 мм, сохранив D и L . Ожидаемая масса $\approx 0,301857$ кг. Объяснить уменьшение массы и отделить влияние геометрии от влияния плотности.

K3 Подготовка консоли к расчёту

Создать прямоугольную призматическую консоль: длина $L = 200$ мм вдоль x , ширина $b = 20$ мм вдоль y , высота $h = 10$ мм вдоль z . Плоскость $x = 0$ закреплена; на свободном конце действует поперечная сила $F = 100$ Н вдоль z . Материал в учебной расчётной схеме: линейно-упругий, $E = 200000$ Н/мм², $\nu = 0,3$. Геометрия без отверстий, фасок и скруглений.

Сдать модель и пояснение к расчётной схеме. Определить момент инерции $I = bh^3/12$ и прогиб свободного конца $\delta = FL^3/(3EI)$. Указать допущения теории Эйлера — Бернулли: малые перемещения, линейная упругость, пренебрежение сдвиговой деформацией.

Ориентир: $I = 1666,67$ мм⁴; $\delta = 0,8$ мм; номинальное максимальное изгибное напряжение у заделки $\sigma = FLh/(2I) = 60$ МПа.

Это балочная оценка, а не значение локального пикового напряжения в трёхмерной модели у идеализированного закрепления.

При доступном модуле допускается дополнительно провести численный расчёт, распределив силу по торцевой грани и проверив чувствительность прогиба к сгущению сетки. Дополнительный модуль и совпадение локального пикового напряжения с балочной оценкой не являются обязательными условиями выполнения K3.

Для K1–K3 применяется шкала 0–10: соответствие исходным данным — 0–4; корректность связей либо расчётной схемы — 0–3; независимая проверка — 0–2; объяснение — 0–1. Полный, частичный и нулевой уровни определяются по правилу пункта 5.2; порог — 6 баллов при отсутствии существенных ошибок исходных данных и единиц.

Комплексное задание промежуточной аттестации

Предлагаемая процедура: до аттестации студент представляет цифровое портфолио; во время проверки отвечает на два теоретических вопроса и выполняет один вариант контрольного изменения. Рекомендуемая продолжительность очной проверки — 30–40 минут в пределах установленного университетом регламента; это процедурное предложение, а не изменение часов учебного плана.

Портфолио включает проект IPJ, не менее четырёх различных самостоятельно построенных деталей IPT, сборку IAM, рабочие чертежи двух деталей и один сборочный чертёж, перечень деталей, таблицу трёх наборов параметров, расчёт массы, пояснение к расчётной схеме консоли, STEP и PDF. Дополнительно приложить деталь из IP-6 с использованием поверхности или операции по сечениям и показать её корректный конечный результат; включать эту деталь в сборку опоры не требуется. Приложить результаты K1–K3.

Учебное изделие — опора с валом. Для воспроизводимого варианта допускаются следующие условные размеры: основание $120 \times 80 \times 10$ мм; две стойки $15 \times 30 \times 40$ мм с осями отверстий на высоте 25 мм от верхней плоскости основания; расстояние между средними плоскостями стоек 70 мм. В каждой стойке отверстие диаметром 20 мм под втулку; втулка $D = 20$ мм, $d = 12$ мм, длина 15 мм; вал диаметром 12 мм и длиной 110 мм. Для осевого ограничения применить два самостоятельно смоделированных кольца наружным диаметром 20 мм, внутренним 12 мм и шириной 5 мм, расположенные снаружи стоек. Стойки объединить с основанием как одну деталь корпуса. Все размеры — учебные номинальные; посадки и способ закрепления колец требуют отдельного конструкторского обоснования и не выдаются за готовую производственную конструкцию.

Базовые детали: корпус, втулка, вал и кольцо; одинаковые втулки и кольца допускается вставлять повторно. Библиотечный крепёж при добавлении обозначается отдельно и не засчитывается в число самостоятельно построенных деталей. Вал сохраняет вращение вокруг оси, его осевое перемещение ограничивается сборочными связями. Корпус неподвижен.

Чертежи должны раскрывать геометрию деталей, а перечень — фактический состав сборки.

Варианты контрольного изменения

- B1. Увеличить расстояние между средними плоскостями стоек с 70 до 80 мм, сохранив симметрию относительно центра основания. Длину вала изменить со 110 до 120 мм и переместить ограничительные кольца. Обновить сборочный чертёж и показать отсутствие новых непредусмотренных пересечений. Вопросы: A7 и A11.
- B2. Увеличить диаметр вала и отверстий втулок с 12 до 14 мм при неизменном наружном диаметре втулок 20 мм. Согласованно изменить отверстия ограничительных колец. Проверить перестроение и сравнить массу одной втулки до и после изменения при одной плотности. Вопросы: A9 и A13.
- B3. По комплекту опоры подготовить нативный пакет и STEP, затем открыть их из новой папки. Сверить характерный размер 120 мм, количество экземпляров компонентов, наличие чертежей в нативном пакете и состав перечня деталей. Объяснить, какие связи и параметры не передаются как нативная история в STEP. Вопросы: A3 и A15.

5.4. Перечень видов оценочных средств

Устный опрос по эскизам, операциям, сборкам и документации.

Тестирование по понятиям, форматам и типовым ошибкам моделирования.

Практические задания на создание и редактирование моделей.

Защита практических работ с выполнением изменения в присутствии преподавателя.
Контрольные задания на параметризацию, расчёт массы и подготовку расчётной модели.
Проверка цифрового портфолио: проект, детали, сборка, чертежи и результаты проверок.

Использование баз данных преподавателей, студентов, защиты курсовых, дипломных работ и конкурсных проектов

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1		3ds Max@ 8: Новые возможности: фирменное руководство от Autodesk: Учебное пособие	М.: Триумф 2006

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Кулагин Б.Ю.	3ds Max 8: актуальное моделирование, визуализация и анимация	СПб: БХВ-Петербург 2006

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Воронкин В.В.	Лабораторный практикум по дисциплине "Использование современных программных комплексов Компас-график"	Бишкек: Изд-во КРСУ 2012

6.3. Перечень информационных и образовательных технологий

6.3.1 Компетентностно-ориентированные образовательные технологии

6.3.1.1	1. Autodesk Inventor — основная САПР для параметрических деталей, сборок и ассоциативных чертежей. Используется доступная университету лицензия и согласованная версия. Дополнительные расчётные модули не предполагаются установленными по умолчанию.
6.3.1.2	2. Autodesk Viewer — дополнительный веб-инструмент просмотра и обсуждения передаваемых моделей; не заменяет Inventor для редактирования и защиты параметрической модели. Требуется интернет-доступ; поддержка конкретного формата и выпуска проверяется перед применением.
6.3.1.3	3. LibreOffice Writer и Calc — подготовка пояснений, таблиц параметров, аналитической проверки массы и сравнительных результатов. Не используются для редактирования нативных CAD-моделей.

6.3.2 Перечень информационных справочных систем и программного обеспечения

6.3.2.1	Профессиональные базы данных и каталоги
6.3.2.2	1. TraceParts — каталог компонентов и CAD-моделей для подбора стандартных изделий, сверки размеров и включения покупных компонентов в сборку. Проверять карточку производителя и условия использования модели. Открыть источник
6.3.2.3	2. 3Dfindit компании CADENAS — поиск инженерных компонентов и моделей производителей; применять для подбора и сравнительного анализа компонентов. Импортёрванная модель требует проверки размеров и формата. Открыть источник
6.3.2.4	
6.3.2.5	Информационные справочные системы
6.3.2.6	3. Autodesk Inventor Help — официальная справочная система по эскизам, деталям, сборкам, чертежам и обмену данными. Основной источник проверки последовательности команд. Открыть источник
6.3.2.7	4. Официальный портал Росстандарта — поиск опубликованных стандартов и изменений для проверки требований к конструкторской документации. Принадлежность документа к национальной системе РФ не означает его автоматического применения в Кыргызской Республике; применимость устанавливается отдельно. Открыть источник
6.3.2.8	В перечень не включаются базы, наличие подписки на которые в КРСУ неизвестно. Доступ к полным текстам, необходимость регистрации и разрешённое использование конкретного ресурса уточняются при назначении задания.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Подготовка к занятиям

Перед началом курса повторите чтение чертежей, проекции, разрезы, геометрические построения, свойства материалов и понятие расчётной схемы. Проверьте возможность работы в согласованной версии Inventor. Создайте отдельную папку дисциплины и активируйте проект до построения первого документа. Уточните у преподавателя шаблоны, единицы, язык интерфейса и правила наименования файлов.

Перед каждой лекцией просмотрите названия вопросов и найдите соответствующие разделы официальной справки. В конспекте записывайте не только команду, но и исходные объекты, результат операции и условия её корректности.

Отмечайте различия между геометрией изделия, его изображением и расчётной идеализацией.

Работа над эскизом и деталью

Сначала определите форму и базовые поверхности, затем выберите начало координат, основную операцию и структуру параметров. Для симметричной детали используйте оси и зависимости симметрии. Не устраняйте все степени свободы необоснованной фиксации; добивайтесь управляемости размеров и расположения.

Создавайте модель последовательно: базовый объём, основные вырезы и отверстия, повторяющиеся элементы, затем второстепенные фаски и скругления. По возможности опирайтесь на устойчивую рабочую геометрию. Называйте ключевые параметры по смыслу. После каждой существенной операции проверяйте дерево и сохраняйте рабочую версию.

Испытайте модель хотя бы на трёх допустимых наборах размеров. До изменения сохраните исходный вариант; после изменения проверьте габариты, отверстия, толщины и отсутствие ошибок перестроения. Ошибку исправляйте от первого нарушенного элемента дерева, а не последовательным удалением всех последующих операций.

Работа со сборкой

Выберите неподвижный базовый компонент и определите требуемые движения остальных деталей. Для каждой зависимости объясните, какую степень свободы она устраняет. После установки связей проверьте оставшееся движение и отсутствие избыточных ограничений. Геометрическое совпадение поверхностей само по себе не подтверждает работоспособность узла.

Библиотечные компоненты выбирайте по размерам и назначению, а не по внешнему сходству. Записывайте производителя, обозначение и источник модели. Проверьте фактические размеры импортированного компонента. Отдельно рассмотрите непредусмотренные пересечения и совпадения, заданные номинальной учебной геометрией; не делайте вывод о посадке только по результату анализа пересечений.

Выполнение чертежей

Выберите изображения, позволяющие восстановить форму детали. Для внутренних полостей используйте разрезы и сечения. Наносите размеры с учётом изготовления и контроля; исключайте ненужное дублирование. Допуски, шероховатость и технические требования задавайте по заданию и согласованной нормативной базе, а не произвольно.

Проверьте основную надпись, обозначение, материал, масштаб и единицы. В сборочном документе сопоставьте каждую позицию с перечнем и количеством экземпляров. После изменения модели обновите документ и убедитесь, что виды, размеры и позиции сохранили смысл. Встроенный перечень деталей не следует автоматически считать полностью оформленной спецификацией по принятой системе стандартов.

Проверка инженерного результата

Для расчёта массы назначьте физический материал и проверьте плотность. Вычислите объём простой детали вручную и приведите его к тем же единицам, что и в программе. Укажите источник плотности или прямо обозначьте её как заданное учебное значение. При расхождении сначала проверьте единицы, геометрию, наличие дополнительных тел и свойства материала.

В расчётной задаче сначала сформулируйте допущения, закрепления и нагрузку. После упрощения модели проверьте сохранность силового пути и значимых размеров. Если численный расчёт доступен, сопоставляйте не только максимумы на цветовой карте, но и перемещения, реакции и чувствительность к сетке. Не переносите выводы учебной линейной модели на задачи пластичности, сложного контакта или разрушения без дополнительного обоснования.

Самостоятельная работа и отчёт

Выполняйте самостоятельные работы после соответствующих лекций и ПР. Краткое пояснение должно содержать исходные данные, порядок построения, ключевые параметры, проверку результата и вывод. При ошибке укажите её причину и способ исправления. Изображения используйте для пояснения конкретного действия; основное подтверждение — редактируемый файл.

Фиксируйте вклад каждого источника: ссылка на справку, каталог или заимствованную библиотечную деталь. Сохраняйте личные версии работы и различайте самостоятельно построенные и импортированные объекты. Не подменяйте собственное моделирование готовой моделью из каталога.

Сдача и подготовка к защите

Перед сдачей проверьте комплект из отдельной папки с активированным проектом пакета. Убедитесь, что открываются детали, сборка и чертежи, а ссылки не ведут только к вашей исходной рабочей папке. При упаковке включите связанные чертежи; проверьте список найденных документов, поскольку они не обязательно входят в иерархию ссылок самой сборки.

В пояснении укажите версию программы, состав комплекта и результаты контрольных проверок. STEP проверьте повторным импортом по размерам и составу; для STL укажите согласованные единицы и параметры экспорта, поскольку формат сам по себе не задаёт единицы надёжным способом. Для просмотра подготовьте PDF чертежей.

Перед защитой повторите T1–T32 и A1–A16. Будьте готовы объяснить порядок операций, изменить один параметр, восстановить ошибку ссылки, показать степени свободы сборки и обосновать проверку массы. Главный признак освоения — способность самостоятельно получить и проверить изменяемый цифровой результат.