

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Ю. С. Обрехт

ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины
для студентов бакалавриата по направлению подготовки
15.03.02 Технологические машины и оборудование

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2023

УДК 744/004.9(075.8)

Рецензент

кандидат технических наук, доцент, зам. директора института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «КГТУ» по основной образовательной деятельности, доцент кафедры технологии продуктов питания

М. Н. Альшевская

Обрехт, Ю. С.

Инженерная и компьютерная графика: учеб.-метод. пособие по изучению дисциплины для студ. бакалавриата по напр. подгот. 15.03.02 Технологические машины и оборудование / Ю. С. Обрехт – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2023. – 40 с.

В учебно-методическом пособии по изучению дисциплины «Инженерная и компьютерная графика» представлены учебно-методические материалы по освоению тем лекционного курса, включающие план лекции по каждой изучаемой теме, вопросы для самоконтроля, для направления подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, форма обучения очная и заочная.

Табл. 3, список лит. – 21 наименование

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины «Инженерная и компьютерная графика» рассмотрено и рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала на заседании кафедры инжиниринга технологического оборудования 23 января 2023 г., протокол № 4

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины «Инженерная и компьютерная графика» рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала методической комиссией института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 30 января 2023 г., протокол № 1

УДК 744/004.9(075.8)

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Калининградский государственный технический университет», 2023 г.
© Обрехт Ю. С., 2023 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
Методические рекомендации по изучению дисциплины.....	10
1. Лекционный курс.....	10
2. Практические занятия.....	25
3. Лабораторные занятия.....	26
Библиографический список	28
Глоссарий.....	30
Приложение.....	37

ВВЕДЕНИЕ

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов направления подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование.

Пособие служит методическим материалом для изучения дисциплины «Инженерная и компьютерная графика», которая является базовой дисциплиной, формирующей у обучающихся готовность к будущей профессиональной деятельности. Дисциплина состоит из четырёх структурно и методически согласованных разделов: «Начертательная геометрия», «Проекционное черчение», «Машиностроительное черчение» и «Компьютерная графика». Методы инженерной графики необходимы для создания машин, приборов и комплексов, отвечающим современным требованиям точности, эффективности, надёжности, экономичности, и предполагают выработку знаний и навыков, необходимых для выполнения и чтения конструкторской и технической документации производства. Они нашли применение в системах автоматизированного проектирования (САПР), конструирования (АСК) и технологии (АСТПП) изготовления сложных технических объектов.

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся пространственного представления и конструктивно-геометрического мышления, способностей к анализу и синтезу пространственных форм и отношений на основе графических моделей пространства, подготовка студентов к использованию компьютера при выполнении конструкторской документации.

Задачи изучения дисциплины:

- освоение способов получения определенных графических моделей пространства, основанных на ортогональном проецировании;
- приобретение навыков решения на графических моделях инженерных задач, связанных с пространственными формами и отношениями;
- формирование базовых знаний, умений и навыков выполнения чертежей и создания графических моделей с применением средств компьютерной графики.

При реализации дисциплины «Инженерная и компьютерная графика» организуется практическая подготовка путем проведения практических занятий и лабораторных работ, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- принципы графического и геометрического моделирования инженерных задач, а также проектирования, изготовления и эксплуатации деталей, машин и механизмов;

- общетеоретические положения и способы, необходимые для построения изображений пространственных форм на плоскости;
- методы геометрических построений, а также приёмы решения позиционных и метрических задач;
- общие требования стандартов ЕСКД и других нормативных документов к выполнению и оформлению конструкторских документов;
- современные способы автоматизации графических работ, возможности автоматизированного создания геометрических моделей пространственных объектов и выполнения чертежей;

уметь:

- строить изображения пространственных форм на плоскости, т.е. составлять чертёж;
- мысленно воспроизводить пространственную форму изображённого на чертеже предмета;
- выполнять анализ и синтез пространственных отношений на основе графических моделей пространства;
- составлять алгоритмы и решать графическими методами задачи о взаимном расположении и измерении геометрических форм в пространстве;
- пользоваться стандартами и справочной литературой, а также средствами компьютерной графики;

владеть:

- навыками составления и чтения чертежей, а также изучения нормативных источников и использования справочной литературы;
- навыками использования ЭВМ в графических построениях, создания 2D- и 3D-моделей в рамках графических систем.

При изучении дисциплины используются знания, умения и навыки довузовской подготовки по следующим предметам: геометрия, тригонометрия, черчение, информатика.

При преподавании дисциплины учитываются особенности учебного плана подготовки по данному направлению, требования непрерывности геометрического и графического образования и преемственности знаний при переходе к профилирующим учебным дисциплинам, новейшие достижения науки и техники.

Результаты освоения дисциплины используются при изучении последующих дисциплин, обеспечивающих дальнейшую подготовку в графической области.

Формами учебной работы являются: лекции, практические и лабораторные занятия, консультации (индивидуальная работа студента под контролем преподавателя). Залогом успешного освоения дисциплины является непрерыв-

ность и системность выполнения всех семестровых работ, своевременное решение в рабочей тетради предлагаемых геометрических задач, обязательная подготовка к практическим и лабораторным занятиям всех вопросов, излагаемых на лекциях. Современные информационные технологии с использованием интернет-ресурсов позволяют легко дополнять недостающие знания.

По всем темам дисциплины «Инженерная и компьютерная графика» на кафедре имеются в изданном через РИО университета и в электронном виде учебно-методические пособия по изучению дисциплины и выполнению соответствующих расчётно-графических работ. Все пособия содержат задания на выполняемые студентами расчётно-графические работы, методические рекомендации по их выполнению, требования к оформлению, справочные материалы, ссылки на информационные источники, списки литературы и т. п.

Для оценивания поэтапного формирования результатов освоения дисциплины (текущий контроль) предусмотрены:

- тестовые задания;
- задания и контрольные вопросы по лабораторным работам;
- задания и контрольные вопросы по практическим занятиям;
- задания для расчётно-графических работ.

Перечень и содержание тестовых заданий и контрольных работ представлены в фонде оценочных средств по данной дисциплине.

Тестовые задания (для студентов очной формы обучения) используются для оценки освоения дисциплины – знания основных терминов, определений инженерной графики, а также положений стандартов ЕСКД, регламентирующих общие правила выполнения и оформления чертежей.

Тест считается сданным, если даны правильные ответы на 60 % вопросов. В случае получения неудовлетворительной оценки тест подлежит повторной сдаче.

Студенты очной формы обучения производят так же решение в рабочих тетрадях задач по начертательной геометрии.

Проводимые на практических и лабораторных занятиях для студентов очной формы обучения аудиторные контрольные работы позволяют проверить итоговые навыки, полученные студентами при изучении отдельных блоков дисциплины. В случае получения положительной оценки результат контрольной работы засчитывается как защита одного из семестровых расчётно-графических заданий.

Контрольные работы оцениваются положительно, если студент обнаружил знание основного учебного материала, необходимого для последующего освоения дисциплины. Как правило, работа засчитывается, если студент допустил незначительные погрешности в выполнении графического задания, но об-

ладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

При получении неудовлетворительной оценки контрольную работу следует выполнить повторно.

Студенты очной формы обучения в первом семестре выполняют расчётно-графические работы, содержащие решения некоторых типовых задач начертательной геометрии и работы по проекционному черчению, во втором семестре – работы, содержащие элементы машиностроительного черчения. Все работы после их выполнения подлежат защите, содержанием которой являются вопросы, позволяющие выяснить степень усвоения материала.

В состав контрольной работы № 1, выполняемой студентами заочной формы обучения в первом семестре, входят расчётно-графические работы, содержащие решения некоторых типовых задач начертательной геометрии. Содержанием контрольной работы № 2, выполняемой во втором семестре, являются расчётно-графические работы, содержащие чертежи схематизированных пространственных тел и реальных деталей машиностроительного производства. Обе контрольные работы после их выполнения подлежат защите, содержанием которой являются вопросы, позволяющие выяснить самостоятельность выполнения заданий.

Студенты очной формы обучения во втором семестре выполняют лабораторные работы по разделу «Компьютерная графика». Для заочной формы обучения лабораторные работы учебными планами не предусмотрены.

Промежуточная аттестация по дисциплине за первый семестр ее освоения проводится в форме:

- расчётно-графической работы;
- зачета.

К зачёту допускаются студенты, выполнившие и защитившие все расчётно-графические задания (для обеих форм обучения), для студентов очной формы обучения, также решившие в рабочей тетради определённый перечень задач и получившие положительные оценки по результатам тестирования и выполнения аудиторных контрольных работ. В качестве дополнительного задания на зачёте студентам очной формы обучения может быть предложен теоретический вопрос (Приложение № 1).

По результатам выполнения зачётной работы оценку «зачёт» заслуживает студент, обнаруживший полное знание учебного и справочного материала, усвоившему взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой специальности, показавшему систематический характер знаний по дисциплине и способному к их самостоятельному пополнению и обновле-

нию в ходе дальнейшей учебной работы и в будущей профессиональной деятельности.

Аттестация по дисциплине во втором семестре проводится в форме:

- расчетно-графической работы;
- экзамена (вопросы – в Приложении № 2).

К экзамену допускаются студенты:

- положительно аттестованные по результатам освоения дисциплины в первом семестре (получившие при этой аттестации оценку «зачтено»);
- выполнившие и защитившие все домашние расчётно-графические задания второго семестра;
- выполнившие и защитившие все лабораторные работы;
- получившие положительные оценки по результатам тестирования и выполнения контрольных работ во втором семестре (для очной формы обучения).

При определении оценки (уровня освоения дисциплины) следует руководствоваться следующими требованиями:

- оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного и справочного материала, умение свободно выполнять предлагаемые геометрические задания, предусмотренные программой, составлять алгоритмы решений и реализовывать их на комплексном и аксонометрическом чертежах. Как правило, оценка «отлично» выставляется студенту, усвоившему взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой специальности, проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала;

- оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание учебного и справочного материала, успешно выполняющий предусмотренные программой задания. Как правило, оценка «хорошо» выставляется студенту, показавшему систематический характер знаний по дисциплине и способному к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и в будущей профессиональной деятельности;

- оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знание основного учебного материала в объёме, необходимом для дальнейшей учёбы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, допустившему погрешность в решении или ответе на теоретический вопрос, в выполнении графического задания, но обладающему необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как

правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студенту, который не может продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности без дополнительных знаний по изучаемой дисциплине.

При необходимости для обучающихся инвалидов или обучающихся с ОВЗ предоставляется дополнительное время для подготовки ответа с учетом его индивидуальных психофизических особенностей.

В предлагаемом пособии последовательно излагаются подробные методические рекомендации по проведению лекционного курса, кратко – по проведению практических и лабораторных занятий. Для успешного освоения дисциплины «Инженерная и компьютерная графика» приводится краткое содержание каждой темы занятия, перечень ключевых вопросов для подготовки к занятиям.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Лекционный курс

Лекционный курс имеет целью формирование у студентов основы для последующего усвоения материала методом аудиторной и самостоятельной работы. На лекциях следует рассматривать принципиальные вопросы, формулировать и доказывать основополагающие предположения, рассматривать типовые задачи, давать алгоритмы их решения. Особое внимание следует обращать на чёткость формулировки понятий и их определений. Рассмотрение частных случаев, вариантов построения, детализации тех или иных вопросов должны быть отнесены к практическим и лабораторным занятиям.

Тематический план лекционных занятий представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Объём (трудоёмкость освоения) и структура лекционных занятий

Номер темы	Содержание лекции	Кол-во часов	
		очная	заочная
1-й семестр			
1	Геометрическое моделирование	6	2
2	Перпендикулярность	1	1
3	Способы преобразования комплексного чертежа	2	1
4	Многогранники	2	-
5	Кривые линии	1	-
6	Кривые поверхности	2	-
Итого		14	4

Номер темы	Содержание лекции	Кол-во часов	
		очная	заочная
2-й семестр			
7	Компьютерное моделирование	2	-
8	Резьбовые изделия	3	1
9	Разъёмные и неразъёмные соединения	3	-
10	Составление чертежа (эскиза) детали	4	2
11	Чертежи сборочной единицы	2	-
12	Деталирование	2	1
Итого		16	4

На лекциях следует использовать комплекты демонстрационных плакатов и моделей, а также шире использовать раздаточный материал с кратким содержанием лекций и типовыми задачами основных тем курса. Существенным является показ использования инженерной графики в других дисциплинах учебного плана, а также её применение в технике. Применение современных ИТ – технологий должно органически дополнять традиционные приёмы изложения теоретических основ дисциплины.

Тема 1. Геометрическое моделирование

Ключевые вопросы темы:

1. Цель и задачи дисциплины. Место дисциплины в структуре образовательной программы. Основные понятия инженерной графики: геометрическое пространство, геометрический образ, отображение. Аппарат проецирования.

2. Комплексный чертеж точки, прямой, плоскости. Позиционные и метрические задачи, алгоритмы решений.

3. Аксонометрический чертеж точки, прямой, плоскости. Позиционные и метрические задачи, алгоритмы решений.

Методические рекомендации

Первая тема лекционного курса позволит обучающимся получить представление о базовых понятиях дисциплины, в ней также определяется место изучаемого материала в системе научного знания и его взаимосвязь с другими дисциплинами.

При изложении первого вопроса следует обязательно сформулировать цели и задачи дисциплины и место в ней раздела «Начертательная геометрия». Обратить внимание слушателей, что предметом начертательной геометрии является изложение и обоснование способов построения изображений пространственных форм на плоскости (2D-технология). Объяснить, что основным методом является метод проецирования, а основным понятием – «проекция». Рассмотреть два основных типа проекций – центральную и

параллельную. Сформулировать понятие «обратимость» построенных моделей и способов получения обратимых проекций (комплексный и аксонометрический чертежи, проекции с числовыми отметками).

При изучении второго вопроса следует объяснить правила образования комплексного чертежа (эпюра Монжа), его структуру (оси, проекции на взаимно перпендикулярные плоскости, проекционные связи). Обратимость чертежа обеспечивается наличием как минимум двух проекций. Изложить правила построения третьей проекции точки по двум заданным. Дать понятие чертежа без указания осей проекций. Сформулировать необходимые условия для построения на чертеже проекций прямой и плоскости, указать на необходимость определения положения этих геометрических объектов по отношению к плоскостям проекций (общее и частное). Обратит внимание слушателей, что решаемые геометрические задачи можно условно разделить на позиционные и метрические. Решить две главные задачи для прямой: построение следов и определение величины отрезка методом прямоугольного треугольника. Определить алгоритмы и последовательность их реализации для следующих задач: определение точки пересечения прямой с плоскостью и линии пересечения двух плоскостей. Дать краткое объяснение о содержании расчётно-графической работы «Пересечение плоскостей».

При изложении третьего вопроса следует объяснить, как образуется аксонометрическая проекция, дать необходимые определения (картинная плоскость, аксонометрическая ось, аксонометрическая координата, коэффициент искажения, вторичная проекция). Обратит особое внимание на то, что алгоритмы решения задач на комплексном и аксонометрическом чертежах одинаковы. Выполнить решение типовых задач: построение следов прямой и определение точки пересечения прямой с плоскостью.

Методические материалы: [1, с. 10–98, 320–354; 2, с. 128–137; 4, с. 186–192; 10; 12]

Вопросы для самоконтроля:

1. В чём заключается способ проецирования, называемый параллельным?
2. Что такое «метод Монжа»?
3. Как образуются системы плоскостей проекций?
4. Что такое на чертеже «линия проекционной связи»?
5. Что такое октанты?
6. Как следует понимать чертёж точки при отсутствии осей проекций?
7. При каком положении относительно плоскостей проекций прямая называется прямой общего положения (частного положения)?
8. Что называется следом прямой?
9. Что такое конкурирующие точки?

10. Как изображаются на чертеже две пересекающиеся прямые?
11. Как определяется на чертеже принадлежность прямой плоскости?
12. В чём заключается общий способ построения точки пересечения прямой с плоскостью?
13. Какие способы построения линии пересечения плоскостей?
14. В чём заключается способ аксонометрического проецирования?
15. Что называется в аксонометрии коэффициентами искажения?

Тема 2. Перпендикулярность

Ключевые вопросы темы:

1. Проецирование прямого угла.
2. Построение взаимно-перпендикулярных прямой и плоскости, двух прямых, двух плоскостей, алгоритмы построений.

Методические рекомендации

Целью изучения второй темы дисциплины является формирование навыков построения на чертеже взаимно-перпендикулярных элементов (прямых, плоскостей), что позволяет решать метрические задачи, связанные с измерениями расстояний (от точки до прямой, между параллельными прямыми, от точки до плоскости, между параллельными плоскостями).

Изложение материала (первый вопрос) начинается с объяснения проецирования прямого угла. В соответствии с теоремой о трёх перпендикулярах, изучаемой в школьном курсе геометрии, проекция прямого в пространстве угла будет тоже прямым углом, если хотя бы одна его сторона параллельна плоскости проекций, т. е. является горизонтальной или фронтальной прямой. Продемонстрировать это на конкретных примерах.

Изучение второго вопроса предполагает обоснование условий построения на комплексном чертеже прямой, перпендикулярной заданной плоскости (горизонтальная проекция прямой должна быть перпендикулярна горизонтальной проекции горизонтали, а фронтальная проекция перпендикулярна фронтальной проекции фронтали), и плоскости, перпендикулярной заданной прямой. На основании этого составляются и записываются в символической форме алгоритмы решения задач на определение расстояний от точки до плоскости и от точки до прямой. Демонстрируется реализация указанных алгоритмов на комплексном чертеже.

Методические материалы: [1, с. 99–105; 18]

Вопросы для самоконтроля:

1. Как располагаются проекции перпендикуляра к плоскости?
2. Как задать на чертеже плоскость, перпендикулярную к заданной прямой?

3. Каков алгоритм решения задачи по определению расстояния от точки до плоскости?

4. Каков алгоритм решения задачи по определению расстояния от точки до прямой?

5. Как построить взаимно перпендикулярные плоскости.

Тема 3. Способы преобразования комплексного чертежа

Ключевые вопросы темы:

1. Замена плоскостей проекций. Решение типовых задач.

2. Вращение оригинала вокруг проецирующих прямых. Плоскопараллельное перемещение. Решение типовых задач.

Методические рекомендации

В начале лекции следует дать объяснение цели преобразования комплексного чертежа – приведение геометрических объектов, занимающих общее положение относительно заданных плоскостей проекций, в частное положение, чем достигается упрощение решения. Для этого выполняется построение новых, дополнительных проекций. Особо подчеркнуть, что количество преобразований для двух излагаемых способов одинаково.

При изложении первого вопроса следует объяснить, что дополнительные проекции строятся на дополнительные плоскости проекций, необходимое условие - новая плоскость должна быть перпендикулярна одной из существующих. Затем осуществляется совмещение новой проекции с плоскостью чертежа. Следует показать методику построения дополнительных проекций и объяснить решение нескольких типовых задач: определение величины отрезка прямой и углов его наклона к плоскостям проекций, определение расстояний от точки до прямой, между параллельными прямыми, между скрещивающимися прямыми. Решить также следующие задачи: расстояние от точки до плоскости, определение величины плоской фигуры (треугольника).

При изучении второго вопроса дать пояснение, что дополнительные проекции строятся на существующих плоскостях проекций путём изменения в пространстве положения объектов (вращении вокруг проецирующих прямых). Показать методику построения новых проекций. Дать объяснение метода плоскопараллельного перемещения как вращения без указания осей. Показать решение типовых задач.

Методические материалы: [1, с. 109–144; 11]

Вопросы для самоконтроля:

1. Какому условию должна удовлетворять плоскость, вводимая в качестве дополнительной?

2. Сколько дополнительных плоскостей проекций необходимо задать для преобразования прямой общего положения в проецирующую прямую?

3. Сколько дополнительных плоскостей проекций необходимо задать для преобразования плоскости общего положения в плоскость уровня?

4. Что является проекциями траектории вращения точки вокруг проецирующей прямой?

5. Как определить радиус вращения точки?

6. Сколько вращений необходимо выполнить для преобразования прямой общего положения в проецирующую прямую?

7. На чём основано применение способа плоскопараллельного перемещения (вращение без указания осей)?

Тема 4. Многогранники

Ключевые вопросы темы:

1. Задание многогранников на чертеже. Точка на поверхности.

2. Пересечение многогранников (плоскостью, линией, взаимное).

3. Развёртки многогранников, приёмы построений.

Методические рекомендации.

Целью изучения четвёртой темы дисциплины является получение студентами навыков формирования на чертеже проекций таких пространственных форм как многогранники и решения позиционных и метрических задач, связанных с ними.

При изложении первого вопроса важно подчеркнуть, что современный чертёж не содержит в явном виде оси проекций. Основными видами многогранников являются призмы и пирамиды, дать определения. Сформулировать признаки идентификации на чертежах многогранников. Объяснить, что для построения проекций необходимо и достаточно задать проекции вершин многогранника, после чего для визуализации сформировать рёбра. Продемонстрировать построение на поверхности многогранника точек (на ребре, на грани), сформулировать алгоритмы построений.

Второй вопрос связан с изложением последовательностей решения задач, связанных с многогранниками. Прежде всего это построение проекций и натуральной величины сечений многогранников плоскостью (форма сечения - многоугольник), для чего определяются точки пересечения рёбер многогранника с плоскостью. Для определения натуральной формы сечения применяются способы преобразования проекций, продемонстрировать на примере. Второй типовой задачей является определение точек пересечения прямой линии с поверхностью многогранника, алгоритм решения одинаков с задачей определения точек пересечения прямой с плоскостью. Третья типовая задача – определение

ломаной линии пересечения многогранников, узлы которой строятся как точки пересечения рёбер одного многогранника с гранями другого. Сформулировать правила определения на чертеже видимости элементов линии пересечения.

При изложении третьего вопроса следует сформулировать понятие «развёртка поверхности». Дать определение развёртки многогранника как точной. Изложить общие правила и приёмы построения развёрток. На примере метода треугольников (триангуляции) выполнить конкретный пример построения.

Методические материалы: [1, с. 145–169; 13; 14]

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие признаки позволяют установить, что на чертеже изображён многогранник?
2. При каком условии для изображения пирамиды достаточно двух проекций?
3. Как строится сечение многогранника плоскостью?
4. Каков алгоритм построения точек пересечения прямой с многогранником?
5. По каким схемам можно производить развёртывание поверхностей, ограничивающих призмы и пирамиды?
6. Какая развёртка называется полной?

Тема 5. Кривые линии

Ключевые вопросы темы:

1. Проекционные свойства кривых линий. Определение типа и длины линии. Построение обводов в плоскости.
2. Пространственные кривые, винтовые линии.

Методические рекомендации

Целью изучения темы являются вопросы, связанные с определением типа изображённых на чертеже кривых линий и измерением их длины, а также с умением формировать проекции этих линий.

При изложении первого вопроса следует предложить слушателям принятую классификацию кривых линий, разделив их на плоские (все точки линии принадлежат одной плоскости) и пространственные. На основании классификации сформулировать проекционные свойства кривых линий. Продемонстрировать решение задачи об определении типа заданных на чертеже линий. Объяснить способы определения длины плоской и пространственной кривых линий, для последней длина определяется приблизительно путём её аппроксимации вписанной или описанной ломаной линией, состоящей из отрезков. Важным с практической точки зрения является умение строить в плоскости обводы.

Второй вопрос связан с построением на чертеже проекций широко распространённых в производстве винтовых линий (цилиндрической и конической). Указанные линии применяются для формирования винтовых поверхностей, прежде всего резьб. Продемонстрировать построение развёрток линий, обратив внимание на широко применяемый в расчётах конструкций термин «угол подъёма винтовой линии».

Методические материалы: [1, с. 170–186; 8]

Вопросы для самоконтроля:

1. Что может служить проекцией плоской кривой линии?
2. Что является эталоном плоской кривой, пространственной кривой?
3. Как определить тип кривой линии?
4. Как определяется длина пространственной кривой линии?
5. Что такое обвод?
6. Что называется шагом винтовой линии?
7. Что такое правая и левая винтовые линии?
8. Что является развёрткой цилиндрической винтовой линии постоянного хода?

Тема 6. Кривые поверхности

Ключевые вопросы темы:

1. Задание кривой поверхности на чертеже. Поверхности вращения, общие свойства. Винтовые поверхности.
2. Пересечение кривых поверхностей плоскостью, прямой линией, взаимное. Цилиндрические и конические сечения.
3. Развёртки кривых поверхностей (точные, приближённые, условные).

Методические рекомендации

Целью изучения шестой темы дисциплины является получение студентами знаний о принципах формообразования кривых поверхностей, условий задания поверхностей на чертеже, навыков решения позиционных и метрических задач, связанных с ними.

При изучении первого вопроса следует ознакомить слушателей с общими сведениями о кривых поверхностях и способах их задания: алгебраический, кинематический (как траекторию движения в пространстве некоторой линии), графический. Представить общую классификацию кривых поверхностей и условий их задания на чертеже. Определить закон образования поверхностей вращения как наиболее распространённых в конструкторской практике, дать примеры изображения. Сформулировать понятие «параллель», продемонстрировать построение точек на поверхности прямых круговых цилиндра и конуса, сферы. Сформулировать понятие «винтовая поверхность».

Второй вопрос связан с изложением последовательностей решения задач, связанных с кривыми поверхностями. Прежде всего это построение проекций и натуральной величины сечений (определить понятия «цилиндрические и конические сечения»). Для определения натуральной формы сечения применяются способы преобразования проекций. Второй типовой задачей является определение точек пересечения прямой линии с кривой поверхностью, алгоритм решения одинаков с задачей определения точек пересечения прямой с плоскостью и многогранником; продемонстрировать на конкретных примерах. Третья типовая задача – определение линии взаимного пересечения поверхностей, для чего применяется метод вспомогательных секущих плоскостей (поверхностей), показать на конкретном примере. Сформулировать правила определения на чертеже видимости элементов линии пересечения.

При изложении третьего вопроса следует рассмотреть понятие «развёртываемая поверхность», ознакомить с типами развёрток: точная, приближённая, условная. Объяснить построение развёртки патрубка. Показать на примерах построение на развёртках точки, заданной на комплексном чертеже.

Методические материалы: [1, с. 187–319; 13; 17; 20]

Вопросы для самоконтроля:

1. Как образуется поверхность, называемая кинематической?
2. Какие поверхности относятся к числу неразвёртываемых?
3. Что называется поверхностью вращения?
4. Что называется параллелями и меридианами на поверхности вращения, экватором, горлом, главным меридианом?
5. Сколько систем круговых сечений имеет тор?
6. Как определяется положение точки на поверхности вращения?
7. Как строится кривая линия при пересечении поверхности плоскостью?
8. Как надо провести плоскость, чтобы перебсесть коническую поверхность по прямым линиям?
9. В чём заключается общий способ построения линии пересечения одной поверхности другой?
10. Что является развёрткой боковой поверхности конуса вращения?

Тема 7. Компьютерное моделирование

Ключевые вопросы темы:

1. Современные технологии в области САПР. Компьютерная графика, геометрическое моделирование и решаемые ими задачи.
2. Графический пакет КОМПАС, особенности построения. Интерфейс системы, ввод команд. Простые и сложные примитивы, создание и редактирование.

Методические рекомендации

Целью изучения темы является приобретение первичных знаний в области компьютерных технологий и навыков работы в одном из распространённых в России отечественных программных продуктов.

При изложении первого вопроса необходимо ознакомить слушателей с существующими 2D- и 3D-технологиями в области автоматизированного выполнения конструкторской документации. Дать определение понятия «компьютерная графика». Охарактеризовать круг конструкторских задач, решаемых по компьютерным технологиям, и последовательность их реализации.

При изучении второго вопроса следует рассмотреть возможности графического пакета КОМПАС, необходимые аппаратные средства для его реализации, и особенности построения как командно-ориентированной системы. Объяснить, какие типы документов можно выполнить с применением этого продукта. Ознакомить слушателей с интерфейсом программы. Необходимо изучить варианты ввода команд и их опций (из главного или контекстного меню, из инструментальных панелей). Охарактеризовать применяемые при создании плоских и пространственных моделей простые и сложные примитивы и возможности их задания. Следует объяснить приёмы редактирования созданных примитивов.

Методические материалы: [23]

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие существуют типы графических документов?
2. В чём отличие типов документов «Чертёж» и «Фрагмент»?
3. Как сохранить созданный документ?
4. Какие основные элементы графического интерфейса?
5. Как производится настройка интерфейса?
6. Где отображается имя текущего и открытых документов?
7. Как осуществляется ввод команд?
8. Что такое «сервисная панель»?
9. Что такое опция команды?
10. Какие существуют типы объектной привязки?

Тема 8. Резьбовые изделия

Ключевые вопросы темы:

1. Изображения: виды, разрезы, сечения. ГОСТ 2.305-2008.
2. Резьба, основные параметры. Изображение и обозначение резьбы на чертежах, ГОСТ 2.311-68. Технологические элементы резьбы.
3. Крепёжные резьбовые детали.

Целью изучения темы является окончательное формирование у слушателей знаний об основных правилах построения на чертежах изображений пространственных форм. Необходимо изучить характеристики резьбы, как элемента формы деталей, и правила её изображения и обозначения. Приобрести знания о чертежах крепёжных резьбовых изделий.

По первому вопросу необходимо изучить основные положения стандарта нового поколения ГОСТ 2.305-2008, регламентирующего применяемые на чертежах типы изображений (виды, разрезы, сечения) и дать им определения. Рассмотреть классификацию изображений: для видов – основной, дополнительный и местный, для разрезов – горизонтальный, вертикальный, наклонный, а также простой и сложный, для сечений – наложенное и вынесенное; продемонстрировать на конкретных примерах. Обратит внимание на условности и упрощения при выполнении изображений.

При изложении второго вопроса следует дать основные понятия и определения резьбы как элемента деталей, используемого в конструкциях для их соединения. Объяснить основные характеристики и классификацию (по назначению, форме поверхности, расположению на детали, форме профиля, направлению выступа, числу заходов, единице измерения). Охарактеризовать основные стандартные резьбы, дать понятие нестандартной резьбы. Рассмотреть конструктивные и технологические элементы. Объяснить правила изображения по ГОСТ 2.311-68 и обозначения резьбы на чертежах.

По третьему вопросу следует ознакомить слушателей с основными резьбовыми крепёжными изделиями (болт, гайка, шпилька, шайба) и их назначением в резьбовых соединениях. Продемонстрировать регламентируемые стандартами особенности выполнения на чертежах изображений элементов изделий. Подробно рассмотреть последовательность конструирования резьбового отверстия под крепёжную деталь.

Методические материалы: [2, с. 110–122, 222–256; 4, с. 159–174, 181–185, 264–356; 15]

Вопросы для самоконтроля:

1. Когда применяется дополнительный вид?
2. Что такое сложный разрез?
3. Как образуется резьба?
4. Какой угол профиля для метрической резьбы?
5. Что такое шаг резьбы?
6. Для какой резьбы основным назначением является обеспечение герметичности соединения?
7. Какое количество заходов у резьбы M20x6(P2)?
8. Что такое сбеги резьбы?

9. Что входит в условное обозначение резьбы?
10. Для обозначения какой резьбы применяется буква S?

Тема 9. Разъёмные и неразъёмные соединения

Ключевые вопросы темы:

1. Резьбовые соединения. Упрощенное и условное изображение крепёжных деталей, ГОСТ 2.315-68.
2. Сварные соединения, ГОСТ 2.312-72.
3. Изображение материалов на чертежах, ГОСТ 2.306-68.

В результате изучения темы формируются знания о существующих типах разъёмных и неразъёмных соединений деталей. Изучаются правила изображения крепёжных деталей на чертежах резьбовых соединений (по действительным размерам, упрощённо и условно). Происходит ознакомление с правилами изображения сварных соединений и обозначения сварных швов. Формируются навыки обозначения различных материалов в соединениях.

При изучении первого вопроса следует дать определение резьбовых соединений и особенности изображения в них крепёжных деталей (болтов, шпилек, гаек, шайб). Продемонстрировать на конкретном примере изображение резьбы при соединении деталей. В соответствии с ГОСТ 2.315-68 ознакомить с упрощённым (по относительным размерам) и условным изображением крепёжных деталей в соединении.

По второму вопросу следует определить понятие «неразъёмное соединение» и кратко охарактеризовать типы таких соединений. Изложить правила изображения на чертежах сварных швов в соответствии с ГОСТ 2.312-72. Объяснить структуру записи обозначения швов.

По третьему вопросу следует объяснить правила изображения на разрезах и в сечениях различных материалов в соответствии с ГОСТ 2.306-68. Рассмотреть на примере изображение различных деталей при их соединении. Дать краткое объяснение о содержании расчётно-графической работы «Соединения».

Методические материалы: [2, с. 127–128, 257–261, 272–276; 4, с. 38–41, 115–122, 193–199, 205–211; 16]

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое болтовое соединение?
2. Какая резьба (наружная или внутренняя) имеет приоритет при изображении резьбового соединения?
3. Как определяются размеры крепёжных деталей при упрощённом изображении?
4. В каком случае применяется в соединениях условное изображение крепёжных деталей?

5. Что называется неразъёмным соединением?
6. Какой стрелкой заканчивается выносная линия от сварного шва?
7. Что входит в условное обозначение сварного шва?
8. Чему равен угол наклона линий штриховки?
9. Чему равен шаг линий штриховки?
10. Как производится штриховка смежных деталей в соединениях?

Тема 10. Составление чертежа (эскиза) детали

Ключевые вопросы темы:

1. Виды изделий, виды и комплектность конструкторских документов: ГОСТы 2.101-2016, 2.102-2013.
2. Выполнение рабочих чертежей (эскизов с натуры) деталей, компоновка чертежа. Основные требования к оформлению, ГОСТ 2.109-73.
3. Простановка размеров, ГОСТ 2.307-2011.
4. Технический рисунок.

В результате изучения темы следует приобрести знания о видах изделий, выпускаемых предприятиями, а также о видах и комплектности выпускаемых на них конструкторских документов. Изучить правила составления рабочих чертежей деталей (компоновка, выбор количества и содержания изображений, простановка размеров, оформление). Рассмотреть выполнение от руки аксонометрической проекции (технического рисунка).

При изучении первого вопроса следует изложить основные положения ГОСТ 2.101-2016 и дать определения видам изделий (деталь, сборочная единица, комплект, комплекс). Объяснить, что такое составная часть изделия. В соответствии с ГОСТ 2.102-2013 рассмотреть виды конструкторских документов на изделия, их комплектность и стадии разработки. Определить основной конструкторский документ на каждый вид документа.

Второй вопрос посвящён изучению последовательности составления рабочего чертежа детали как основного конструкторского документа на неё. Следует обратить особое внимание на выбор главного изображения, на определение необходимого количества изображений и их содержания (виды, разрезы, сечения). Сформулировать условности и упрощения при выполнении изображений. Изложить основные требования к рабочему чертежу на основании ГОСТ 2.109-73. Рассмотреть особенности выполнения эскиза детали как временного конструкторского документа.

При изложении третьего вопроса следует ознакомить слушателей с правилами простановки на рабочем чертеже необходимого количества размеров в соответствии с ГОСТ 2.307-2011. Рассмотреть три способа нанесения размеров (координатный, цепной, смешанный). Уделить внимание особенностям проста-

новке на чертеже размеров отдельных элементов и их количества (фасок, отверстий, проточек, канавок, пазы, уклона, конусности, конструктивных элементов резьбы).

Для четвёртого вопроса дать определение технического рисунка как выполненного от руки в глазомерном масштабе аксонометрического чертежа. При этом крайне важно соблюдать пропорции элементов детали.

Методические материалы: [2, с. 34–42, 154–156, 161–167; 4, с. 7–11, 42–63, 241–248; 22]

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие существуют виды изделий, выпускаемых на предприятиях?
2. Что такое составная часть изделия?
3. Что такое чертёж детали?
4. Из каких соображений выбирается главное изображение на чертеже детали?
5. Как располагается точёная деталь на главном изображении?
6. Каким должно быть количество изображений на чертеже детали?
7. Что такое эскиз детали?
8. В каких единицах проставляются линейные размеры на чертежах?
9. Какие знаки используются при простановке размеров?
10. Что такое технический рисунок?

Тема 11. Чертёжи сборочной единицы

Ключевые вопросы темы:

1. Чертёж общего вида, сборочный чертеж. Условности и упрощения на сборочных чертежах.
2. Изображение уплотнительных устройств.
3. Спецификация, ГОСТ 2.106-96.

Целью изучения темы является формирование знаний о содержании двух разрабатываемых для сборочной единицы конструкторских документах – чертеже общего вида и сборочном чертеже. Ознакомиться с выполнением изображений уплотнительных устройств, входящих в состав запорной арматуры строительных коммуникаций. Изучить правила заполнения спецификации, а также условности и упрощения, применяемые на сборочных чертежах.

При изучении первого вопроса следует дать определения по ГОСТ 2.102-2013 чертежу общего вида и сборочному чертежу, объяснить их отличие по содержанию, прежде всего по количеству проекций. Необходимо ознакомить слушателей с требованиями ГОСТ 2.109-73 в части необходимых данных, подлежащих присутствию на сборочном чертеже (габаритные и присоединительные размеры, номера позиций составных частей). Рассмотреть применяемые в

соответствии с ЕСКД на чертежах сборочных единиц условности и упрощения (разрешается не показывать фаски, скругления, проточки, зазоры, изделия за пружиной и т.п.).

При изложении второго вопроса объяснить назначение уплотнительных устройств (обеспечение герметичности в соединениях деталей) и продемонстрировать на конкретном примере изображение их составных частей.

Третий вопрос посвящён правилам заполнения по ГОСТ 2.106-2013 основного конструкторского документа для сборочной единицы – спецификации. Следует сформулировать, какие элементы включаются в спецификацию (составные части, а также конструкторские документы, относящиеся к изделию). Объяснить последовательность заполнения и особенности включения в неё информации о форматах, обозначениях.

Методические материалы: [2, с. 317–336, 327–328; 4, с. 229–234, 249–257]

Вопросы для самоконтроля:

1. Что называется сборочным чертежом?
2. Какие размеры проставляются на сборочном чертеже?
3. Какие условности и упрощения применяются на чертежах сборочных единиц?
4. Для чего в изделиях применяют уплотнительные устройства?
5. Какая форма основной надписи применяется на спецификации?
6. Из каких разделов состоит спецификация?
7. Надо ли подчёркивать заголовки разделов спецификации?
8. Что такое БЧ в столбце «формат» спецификации?

Тема 12. Детализование

Ключевые вопросы темы:

1. Детализование как элемент конструирования изделия.
2. Последовательность чтения чертежа общего вида (ВО).
3. Последовательность выполнения детализования.

В результате изучения темы следует приобрести навыки выполнения рабочих чертежей деталей по заданному чертежу общего вида. Научиться определять необходимые размеры, формировать изображения (виды, разрезы, сечения) и определять их содержание.

При изложении первого вопроса следует обратить особое внимание на место этапа детализования в процессе разработки рабочей документации на вновь создаваемое изделие (в ряду технического задания, технического предложения, эскизного проекта и технического проекта). Объяснить необходи-

мость наличия рабочих чертежей оригинальных деталей для их последующего изготовления.

Второй вопрос посвящён изложению последовательности чтения чертежа общего вида. Следует правильно понять принцип работы сборочной единицы и функциональное назначение каждой отдельной детали. Далее следует ознакомиться с содержанием основной надписи, уяснить, из каких основных деталей состоит изделие (рассмотреть перечень составных частей), ознакомиться с заданными на чертеже ВО изображениями, прочесть надписи и обозначения. Установить характер соединений деталей и их взаимодействие. Последовательно найти на всех изображениях проекции всех деталей и изучить конструкцию каждой из них.

Третий вопрос следует начать с того, что процесс детализации состоит из двух этапов: подготовительный (уяснения формы детали, выбор главного изображения и количества проекций, определение масштаба) и непосредственно выполнение чертежа. На основании первого этапа определяется формат и производится компоновка чертежа. Следует обратить особое внимание на то обстоятельство, что детали должны вычерчиваться со всеми конструктивными и технологическими элементами, которые не отражены на чертеже ВО. Подробно объяснить, как определяются размеры деталей.

Методические материалы: [2, с. 337–340; 22]

Вопросы для самоконтроля:

1. На каком этапе проектирования выполняется детализация чертежа общего вида?
2. Для чего в процессе производства необходимы чертежи деталей?
3. Как определить, из каких деталей состоит сборочная единица?
4. Что помогает найти на изображениях одну и ту же деталь?
5. Что определяет формат чертежа?
6. Как определить размеры деталей?
7. Откуда взять форму и размеры конструктивных и технологических элементов?

Основной формой освоения студентами отдельных тем дисциплины является выполнение на практических занятиях и в процессе самостоятельной работы расчётно-графических работ (РГР), а для очной формы обучения также решение задач в рабочей тетради. Содержанием заданий является решение некоторых типовых геометрических задач, формирование комплексных и аксонометрических чертежей пространственных объектов (многогранники, тела вращения, детали). Заключительным заданием дисциплины является выполнение рабочих чертежей деталей с чертежа общего вида сборочной единицы.

В ходе освоения дисциплины обучающиеся используют возможности интерактивной коммуникации со всеми участниками и заинтересованными сторонами образовательного процесса, ресурсы и информационные технологии посредством электронной информационной образовательной среды университета.

2. Практические занятия

При проведении практических занятий учебная группа делится на подгруппы, каждая из которых состоит из 10–15 студентов и консультируется отдельным преподавателем.

Методику проведения практических занятий следует основывать на активной форме усвоения материала, обеспечивающей максимальную самостоятельность каждого студента. В содержании заданий следует отражать специфику будущей профессиональной деятельности студента. При проведении занятий обязательным элементом является предварительные объяснения содержания заданий, демонстрация на конкретных примерах (задачах) последовательности их выполнения (решения). Основное время занятий должно быть посвящено контактной работе преподавателя со студентами индивидуально по каждой выполняемой работе.

На практических занятиях может производиться также защита расчётно-графических работ.

На практических занятиях студенты очной формы обучения решают в рабочих тетрадях определённое количество геометрических задач, получают краткие указания и выполняют расчётно-графические работы (РГР). На занятиях также осуществляется текущий контроль знаний в форме тестов и аудиторных контрольных работ. Студенты заочной формы обучения на практических занятиях выполняют или дорабатывают выполненные самостоятельно расчётно-графические задания. На практических занятиях может производиться также защита расчётно-графических работ.

Все чертежи выполняются в карандаше, с помощью соответствующего инструментария. Эскизы выполняются на писчей бумаге в клетку.

Содержание практических занятий и количество часов определены в нижеприведённой таблице.

Таблица 2 – Объём (трудоемкость освоения) и структура практических занятий

Номер темы	Содержание практического занятия	Кол-во часов	
		очная	заочная
1-й семестр			
1	Проецирование точки и прямой	2	-
1	Проецирование плоскости	3	1
2	Перпендикулярность	1	1
3	Способы преобразования комплексного чертежа	2	1
4	Многогранники	3	-
5	Кривые линии	1	-
6	Кривые поверхности	4	1
Итого		16	4
2-й семестр			
8	Резьбовые изделия	2	1
9	Разъёмные и неразъёмные соединения	2	1
10	Составление чертежа (эскиза) детали	4	1
11	Чертежи сборочной единицы	2	-
12	Деталирование	4	1
Итого		14	4

Более подробно методические рекомендации по организации и проведению практических занятий изложены в отдельных учебно-методических пособиях [7–22].

3. Лабораторные занятия

По учебным планам для очной формы обучения предусмотрены занятия в компьютерном классе для выполнения лабораторных работ (второй семестр). Для заочной формы обучения лабораторные работы не предусмотрены. Здесь студентам прививаются навыки автоматизированного выполнения конструкторской документации с применением одной из наиболее распространённых САД- систем. При проведении лабораторных занятий используются современные технические средства (персональные ЭВМ).

Чертежи, созданные с применением компьютерной графики, фиксируются на электронных носителях.

Наименование лабораторных работ и количество часов занятий в компьютерном классе определены в таблице 3.

Таблица 3 – Объём (трудоёмкость освоения) и структура лабораторных занятий

Номер лабораторной работы	Содержание лабораторного занятия	Кол-во часов	
		очная	заочная
2-й семестр			
1	Введение в Компас	2	-
2	Контур учебный	4	-
3	Моделирование плоского контура	6	-
4	Основы 3D-моделирования	2	-
Итого		14	-

Более подробно методические рекомендации по организации и проведению лабораторных занятий изложены в отдельном учебно-методическом пособии [23].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Основная литература:

1. Гордон, В. О. Курс начертательной геометрии: учеб. пособие / В. О. Гордон, М. А. Семенцов-Огиевский. – 27-е изд., стер. – Москва: Высшая школа, 2007. – 272 с.

2. Левицкий, В. С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: учеб. / В. С. Левицкий. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: Высшая школа, 2003. – 430 с.

3. Арустамов, Х. А. Сборник задач по начертательной геометрии. С решениями типовых задач: учеб. пособие / Х. А. Арустамов; под ред. А. А. Чекмарева. – Москва: КноРус, 2016. – 484 с. (ЭБС Издательство «Book.ru»).

Дополнительная литература:

4. Начертательная геометрия: учеб. / под ред. Н. Н. Крылова. – 7-е изд., перераб. и доп. – Москва: Высшая школа, 2000. – 224 с.

5. Чекмарёв, А. А. Справочник по машиностроительному черчению / А. А. Чекмарев, В. К. Осипов. – 2-е изд., перераб. – Москва: Высшая школа, 2001. – 495 с.

Учебно-методические издания:

6. Начертательная геометрия и черчение: метод. указ. и контр. зад. для студ.-заоч. строит. спец. вузов / В. Н. Семенов [и др.]. – Москва: Высшая школа, 1988. – 112 с.

7. Боровкова, О. Н. Составление эскизов деталей: метод. указ. для студ. вузов / О. Н. Боровкова, Е. Н. Ефремова. – Калининград: Изд.-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2010. – 45 с.

8. Рудаченко, С. В. Кривые линии и поверхности. Решение типовых задач: метод. указ. для студ. вузов / С. В. Рудаченко, Т. В. Рудаченко. – Калининград: Изд.-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2010. – 55 с.

9. Обрехт, Ю. С. Выполнение чертежа схематизированной детали: метод. указ. для студ. вузов / Ю. С. Обрехт. – Калининград: Изд.-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2012. – 39 с.

10. Обрехт, Ю. С. Аксонометрические проекции: метод. указ. для студ. / Ю. С. Обрехт. – Калининград: Изд.-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2013. – 60 с.

11. Рудаченко, С. В. Способы преобразования проекций. Решение типовых задач: метод. указ. по практ. занятиям и самостоят. учеб. работе для студентов высш. учеб. заведений / С. В. Рудаченко, Т. В. Рудаченко. – Калининград: Изд.-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2013. – 25 с.

12. Рудаченко, С. В. Пересечение прямой с плоскостью. Пересечение плоскостей: учеб.-метод. пособие по выполнению графической работы для студ. вузов, обучающихся по напр. подгот. бакалавриата и спец. в обл. техники

и технологий / С. В. Рудаченко, Т. В. Рудаченко. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2016. – 34 с.

13. Рудаченко, С. В. Развертки поверхностей: учеб.-метод. пособие по практ. занятиям и самостоят. учеб. работе для студентов высш. учеб. заведений, обучающихся по напр. подгот. бакалавриата и спец. в обл. техники и технологий / С. В. Рудаченко, Т. В. Рудаченко. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2017. – 25 с.

14. Рудаченко, С. В. Многогранные поверхности: учеб.-метод. пособие по выполнению графической работы для студ. вузов, обучающихся по напр. подгот. бакалавриата в обл. техники и технологий / С. В. Рудаченко, Т. В. Рудаченко. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2017. – 28 с.

15. Обрехт, Ю. С. Резьбы. Изделия крепёжные резьбовые: учеб.-метод. пособие по практ. занятиям и самостоят. учебной работе для студентов бакалавриата / Ю. С. Обрехт. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2017. – 57 с.

16. Обрехт, Ю. С. Соединения резьбовые и сварные: учеб.-метод. пособие по практ. занятиям и самостоят. учебной работе для студентов бакалавриата / Ю. С. Обрехт. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2018. – 38 с.

17. Обрехт, Ю. С. Пересечение кривых поверхностей: учеб.-метод. пособие по практ. занятиям и самостоят. учебной работе для студентов бакалавриата / Ю. С. Обрехт. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2018. – 26 с.

18. Рудаченко, С. В. Перпендикулярность прямых и плоскостей: учеб.-метод. пособие по выполнению графической работы для студ. вузов / С. В. Рудаченко, Т. В. Рудаченко. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2018. – 19 с.

19. Обрехт, Ю. С. Определение границ земляных работ: учеб.-метод. пособие по практ. занятиям и самостоят. учебной работе / Ю. С. Обрехт. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2019. – 31 с.

20. Рудаченко, С. В. Поверхности вращения: учеб.-метод. пособие по выполнению графической работы для студ. вузов, обучающихся по напр. подгот. бакалавриата в обл. техники и технологий / С. В. Рудаченко, Т. В. Рудаченко. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2019. – 27 с.

21. Обрехт, Ю. С. Выполнение чертежа жилого дома: учеб.-метод. пособие по практ. занятиям и самостоят. учебной работе / Ю. С. Обрехт. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2020. – 31 с.

22. Обрехт, Ю. С. Чтение и детализирование чертежей общего вида: учеб.-метод. пособие по практ. занятиям и самостоят. учебной работе / Ю. С. Обрехт. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2021. – 59 с.

23. Обрехт, Ю. С. Плоская графика «Компаса»: учеб.-метод. пособие по лабор. работам для студ. бакалавриата по напр. подгот. в обл. техники и технологий / Ю. С. Обрехт. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2023. – 61 с.

ГЛОССАРИЙ

1. Начертательная геометрия. Проекционное черчение

АксонOMETрическая проекция (аксонометрия) – проекция, полученная параллельным проецированием предмета вместе с системой координат, к которой он отнесён в пространстве, на некоторую плоскость.

Геометрический образ – множество точек, выделенных из пространства и подчинённых определённым условиям.

Задачи позиционные – задачи, где требуется определить взаимное положение или взаимопринадлежность рассматриваемых геометрических образов.

Задачи метрические – задачи на определение длин, углов, площадей и т. д.

Комплексный чертёж (эпюр Монжа) – графическое изображение геометрического объекта, полученное методом ортогонального проецирования на две и более взаимно-перпендикулярные плоскости проекций. При этом одна плоскость проекций принимается за плоскость чертежа, а остальные совмещаются с ней по определённым правилам.

Метод Монжа – метод ортогонального проецирования геометрического объекта на две взаимно-перпендикулярные плоскости проекций.

Многогранник – геометрическое тело, ограниченное со всех сторон плоскими многоугольниками.

Моделирование – создание физической или абстрактной модели изучаемого процесса или объекта.

Октант – трёхгранный угол, получающийся при разделении пространства тремя плоскостями проекций.

Ортогональная (прямоугольная) проекция – параллельная проекция предмета или его части на плоскость, перпендикулярную к направлению проецирующих лучей, представляющую совмещённую с чертежом одну из граней пустотелого куба, внутри которого мысленно помещён предмет

Параллельная проекция – изображение предмета или его части, полученное проецированием их воображаемым параллельным пучком лучей на плоскость.

Плоскость – поверхность, содержащая полностью каждую прямую, соединяющую любые её точки.

Поверхность – граница, отделяющая геометрическое тело от внешнего пространства или от другого тела; след движения какой-либо линии в пространстве (мат.).

Преобразование проекций (комплексного чертежа) – построение на чертеже дополнительных проекций.

Проекция – правильное изображение геометрического объекта на проекционной плоскости.

След прямой (плоскости) – точка (линия) пересечения прямой (плоскости) с плоскостью проекций.

Точка – абстрактный объект в пространстве, не имеющий ни объёма, ни площади, ни длины, ни каких-либо других измерительных характеристик (нульмерный объект). Любая геометрическая фигура считается состоящей из точек.

2. Машиностроительное черчение

База конструктивная – поверхность, линия или точка, по отношению к которой определяется положение других поверхностей данной детали при конструировании.

База технологическая – поверхность, линия или точка, относительно которой удобно определять положение других поверхностей этой детали при обработке.

Вертикальный разрез – разрез, выполненный секущей плоскостью, перпендикулярной к горизонтальной плоскости проекций.

Вид предмета (вид) – ортогональная проекция обращённой к наблюдателю видимой части поверхности предмета, расположенного между ним и плоскостью проецирования.

Вынесенное сечение – сечение, расположенное на чертеже вне контура изображения предмета или в разрыве между частями одного изображения.

Выносной элемент – дополнительное, обычно увеличенное, отдельное изображение части предмета.

Габаритные размеры – размеры, определяющие предельные внешние (или внутренние) очертания изделия.

Галтель – скругление внешних или внутренних углов на деталях.

Главный вид предмета (главный вид) – основной вид предмета на фронтальной плоскости проекций, который даёт наиболее полное представление о форме и размерах предмета, относительно которого располагают остальные основные виды.

Горизонтальный разрез – разрез, выполненный секущей плоскостью, параллельной горизонтальной плоскости проекций.

Деталирование – процесс выполнения рабочих чертежей деталей изделия по его чертежу общего вида.

Деталь – изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала, без применения сборочных операций.

Детали оригинальные – детали, форма которых частично или полностью отличается от формы стандартных деталей или деталей со стандартным изображением.

Детали со стандартным изображением – детали, изображение которых на чертеже (или их основных элементов) определяется соответствующими стандартами (пружины, зубчатые колёса, червяки и т.д.).

Детали стандартные – детали, у которых форма, размеры, а также выполняемые на чертеже изображения регламентированы соответствующими стандартами (болты, гайки, шайбы и т.д.).

Дополнительный вид предмета (дополнительный вид) – изображение предмета на плоскости, не параллельной ни одной из основных плоскостей проекций, применяемое для неискажённого изображения поверхности, если её нельзя получить на основном виде.

ЕСКД (Единая Система Конструкторской Документации) – комплекс государственных стандартов, устанавливающих взаимосвязанные правила и положения о порядке разработки, оформления и обращения конструкторской документации, разрабатываемой и применяемой предприятиями.

Изделие – предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению в организации (на предприятии) по конструкторской документации.

Комплекс – два и более специфицированных изделия, не соединённых на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций (корабль, буровая установка, телефонная станция).

Комплект – два и более изделия, не соединённых на предприятии-изготовителе сборочными операциями и представляющих набор изделий, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера (готовальня, комплект запасных частей).

Конструкторские документы – графические или текстовые документы, которые в отдельности или в совокупности определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки или изготовления, контроля, приёмки, эксплуатации и ремонта.

Ломаный разрез – сложный разрез, выполненный пересекающимися плоскостями.

Лыска – плоский срез на поверхности вращения, ограничивающей деталь.

Масштаб – отношение линейных размеров изображения объекта на чертеже к действительным размерам объекта.

Местный вид предмета (местный вид) – изображение отдельного ограниченного участка поверхности предмета.

Местный разрез – разрез, выполненный секущей плоскостью только в отдельном, ограниченном месте предмета.

Накатка – элемент детали, служащий для предотвращения проскальзывания детали при её повороте рукой.

Наклонный разрез – разрез, выполненный секущей плоскостью, составляющей с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого.

Наложённое сечение – сечение, расположенное непосредственно на изображении предмета вдоль следа секущей плоскости.

Основной вид предмета (основной вид) – вид предмета, который получен путём совмещения предмета и его изображения на одной из граней пустотелого куба, внутри которого мысленно помещён предмет, с плоскостью чертежа.

Передача (подвижное соединение) – устройства, передающие усилия от двигателя к исполнительным механизмам.

Поверхности свободные – нерабочие поверхности, в процессе работы механизма не соприкасающиеся с другими деталями, т.е. не влияющие на его работу.

Поперечный разрез – разрез, выполненный секущей плоскостью, направленной перпендикулярно к длине или высоте предмета.

Продольный разрез – разрез, выполненный секущей плоскостью, направленной вдоль длины или высоты предмета.

Простой разрез – разрез, выполненный одной секущей плоскостью.

Профиль резьбы – профиль выступа и канавки резьбы в плоскости осевого сечения резьбы.

Профильный разрез – вертикальный разрез, выполненный секущей плоскостью, параллельной профильной плоскости проекций.

Размер – числовое значение линейной величины (диаметра, длины и т.п.) в выбранных единицах измерения.

Размерная цепь – все расположенные в определённой последовательности размеры, координирующие между собой базы, оси и поверхности детали. Размерная цепь состоит из отдельных размеров, называемых звеньями.

Размер шрифта – величина, определяемая высотой прописных букв в миллиметрах.

Разрез предмета (разрез) – ортогональная проекция предмета, мысленно рассечённого полностью или частично одной или несколькими плоскостями для выявления его невидимых поверхностей.

Резьба – поверхность, образованная при винтовом движении плоского контура по цилиндрической или конической поверхности.

Сборочная единица – изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями (свинчиванием, сваркой, пайкой и т.д.).

Сборочный чертёж (СБ) – конструкторский документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля.

Сечение предмета (сечение) – ортогональная проекция фигуры, получающейся в одной или нескольких секущих плоскостях или поверхностях при

Сложный разрез – разрез, выполненный двумя и более секущими плоскостями.

Соединения неразъёмные – соединения, не предусматривающие возможность их разборки без повреждения составных частей.

Соединения разъёмные – соединения, допускающие многократную сборку или разборку без нарушения формы и размеров всех его деталей.

Составная часть изделия – изделие, выполняющее определённые функции в составе другого изделия.

Спецификация – конструкторский документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса, комплекта.

Справочные размеры – размеры, не подлежащие выполнению по данному графическому документу и указываемые для удобства пользования этим документом.

Ступенчатый разрез – сложный разрез, выполненный параллельными секущими плоскостями.

Схема – конструкторский документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними.

Теоретический чертёж (ТЧ) – конструкторский документ, определяющий геометрическую форму (контур) изделия и координаты расположения составных частей.

Технические требования – все необходимые требования к готовому изделию, не изображённые графически. Пункты технических требований должны иметь сквозную нумерацию и записываться над основной надписью.

Установочные и присоединительные размеры – размеры, определяющие величины элементов, по которым данное изделие устанавливается на месте монтажа или присоединяют к другому изделию.

Фаска – элемент детали, служащий для притупления углов детали, а также для облегчения процесса сборки.

Формат – размер листа, на котором выполняется конструкторский документ.

Фронтальный разрез – вертикальный разрез, выполненный секущей плоскостью, параллельной фронтальной плоскости проекций.

Чертёж детали – конструкторский документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля.

Чертёж общего вида (ВО) – конструкторский документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его составных частей и поясняющий принцип работы изделия.

Шаг резьбы – расстояние между сходственными точками ближайших одноимённых боковых сторон профиля резьбы.

Шпонка – деталь, передающая крутящий момент от вала к втулке или наоборот.

Эскиз детали – временный конструкторский документ, выполненный без помощи чертёжных инструментов (от руки) и содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для её изготовления и контроля.

3. Компьютерная графика

Атрибуты – свойства графических предметов, возможные к формальной фиксации, измерению и преобразованию.

Выделение – операция выделения совокупности элементов документа, это необходимое условие для последующего осуществления любых действий с ними.

Геометрическое моделирование – технология, использующая формальные способы построения и преобразования объектов в пространстве с целью получения конструкций из них, приводящих к решению геометрических задач средствами автоматизированного компьютерного моделирования.

Графический редактор – программное средство для создания и обработки изображений.

Графическая информация – это особый вид информации, представленный, как правило, изображениями, нанесёнными на самые разные плоские носители.

Интерфейс (interface) – основное окно программы, в котором располагается все необходимое для соответствующей работы.

Компьютерная графика (также машинная графика) – область деятельности, в которой компьютеры используются как инструмент для синтеза (создания) изображений, так и для обработки визуальной информации, полученной из реального мира. По способам задания изображений графику можно разделить на категории: растровая графика, векторная графика, фрактальная графика, трёхмерная графика.

Обводка (outline, stroke) – это линия, которая визуализирует математический контур векторного объекта. Она характеризуется определенной толщиной и цветом.

Опорная точка (anchor point) – элемент сегмента контура, т. е. начальная или конечная точки (начальный или конечный узлы). При соединении нескольких сегментов две опорных точки сливаются в одну.

Примитивы – наименьшие графические элементы, неделимые с точки зрения прикладной программы, которые используются в качестве базовых для построения более сложных изображений.

Пространственная графика – программные средства для синтеза и преобразования трехмерных объектов и сцен из них.

CAD-система – программный продукт, предназначенный для создания конструкторской документации.

Сетка (grid) – набор линий или точек, организованных в виде строк и столбцов, перекрывающих всю рабочую страницу.

Слой (layer) – дополнительный уровень для рисования или размещения изображений. Метафора прозрачной кальки в традиционном дизайне. Использование слоев очень удобно для организации и управления объектами или текстом в работе со сложными документами.

Трехмерная графика – компьютерная графика, создаваемая с помощью изображений, имеющих длину, ширину и глубину.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение № 1

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Предмет начертательной геометрии. Понятие проекции.
2. Способы получения обратимых изображений. Метод Монжа. Октанты. Проецирование точки и отрезка прямой. Эпюр Монжа.
3. Проецирование отрезка прямой общего и частного положения. Взаимное положение точки и прямой. Деление отрезка прямой в данном отношении.
4. Следы прямой. Определение натуральной величины отрезка прямой.
5. Взаимное положение прямых линий. Конкурирующие точки.
6. Задание плоскости на эюре Монжа.
7. Прямая и точка в плоскости, условия принадлежности, алгоритмы построения.
8. Взаимное положение прямой и плоскости. Алгоритм определения точки пересечения прямой с плоскостью, его реализация на эюре. Определение видимости.
9. Взаимное положение двух плоскостей. Определение линии пересечения.
10. Проецирование прямого угла. Построение взаимно перпендикулярных прямой и плоскости, двух прямых, двух плоскостей.
11. Способ замены плоскостей проекций. Примеры использования.
12. Метод вращения вокруг прямых, перпендикулярных плоскости проекций, его применение. Способ плоскопараллельного перемещения. Примеры использования.
13. Кривые линии и их классификация. Определение типа, длины кривой.
14. Пространственные кривые линии. Винтовые линии, их развертки.
15. Многогранные поверхности: виды, задание на эюре. Точка на поверхности.
16. Пересечение многогранников плоскостью. Построение сечения.
17. Пересечение многогранников прямой линией. Алгоритм определения точек пересечения прямой с поверхностью, его реализация на эюре.
18. Развертки многогранников, способы построения.
19. Кривые поверхности. Классификация, способы задания и конструирования.
20. Линейчатые поверхности. Определители. Точка на поверхности.
21. Поверхности вращения. Основные разновидности. Точка на поверхности.
22. Пересечение кривых поверхностей плоскостью, приемы построения.

23. Пересечение кривых поверхностей прямой линией. Алгоритм построения точек пересечения прямой с поверхностью, его реализация на эюре.

24. Построение линии взаимного пересечения двух кривых поверхностей с применением вспомогательных секущих плоскостей.

25. Применение способа вспомогательных секущих сфер для построения линии пересечения кривых поверхностей.

26. Развертки кривых поверхностей (точные, приближенные, условные).

27. Аксонометрические проекции, их получение, классификация, основные термины.

28. Стандартные аксонометрии. Окружность в аксонометрии.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Форматы основные и дополнительные (ГОСТ 2.301-68): размеры, предельные отклонения. Основные надписи (ГОСТ 2.104-2006), реквизиты заполнения.
2. Масштабы изображений (ГОСТ 2.302-68): термины, обозначения.
3. Линии чертежа (ГОСТ 2.303-68): наименование, назначение.
4. Шрифты чертёжные (ГОСТ 2.304-81): термины и определения, типы и размеры.
5. Виды (ГОСТ 2.305-2008): основные, дополнительные, местные.
6. Разрезы (ГОСТ 2.305-2008), правила выполнения и оформления.
7. Сечения (ГОСТ 2.305-2008), правила выполнения и оформления.
8. Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах (ГОСТ 2.306-68).
9. Нанесение размеров и предельных отклонений (ГОСТ 2.307-2011).
10. Резьба: термины, определения, элементы, параметры. Классификация резьб.
11. Изображение (ГОСТ 2.311 – 68) и обозначение резьбы.
12. Изображение и обозначение стандартных крепёжных (резьбовых) деталей.
13. Конструирование нарезанного отверстия под шпильку.
14. Изображения упрощённые и условные крепёжных деталей (ГОСТ 2.315-68).
15. Изображение болтового соединения: по действительным размерам, упрощённое и условное.
16. Изображение шпилечного соединения: по действительным размерам, упрощённое и условное.
17. Изображение и обозначение швов сварных соединений (ГОСТ 2.312-68).
18. Эскиз детали: последовательность выполнения. Выбор главного изображения и общего количества изображений.
19. Детализирование чертежей общего вида. Последовательность выполнения рабочего чертежа детали.
20. Компьютерная графика, геометрическое моделирование и решаемые ими задачи. Графический пакет КОМПАС, интерфейс, структура меню, панели инструментов.
21. 2D-моделирование в графических системах. Чертеж плоского контура.

Локальный электронный методический материал

Юрий Сергеевич Обрехт

ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

Редактор Е. Билко

Уч.-изд. л. 2,6. Печ. л. 2,5

Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»,
236022, Калининград, Советский проспект, 1