

Правительство Российской Федерации

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
"Национальный исследовательский университет
"Высшая школа экономики"**

Московский институт электроники и математики имени А.Н.Тихонова

«3- D» моделирование в компьютерной графике в пакете AutoCAD
и трёхмерное мышление человека

Автор программы:
Пузиков А.А.
anatol.puzikov@gmail.com

Одобрена на заседании
департамента электронной инженерии

«__»_____ 2018 г

Руководитель департамента Б.Г. Львов

Рекомендована профессиональной коллегией
УМС по электронике
Председатель

«__»_____ 2018 г

Утверждена Учёным советом МИЭМ
Ученый секретарь В.П. Симонов

«__»_____ 2018 г.

Москва, 2018

Настоящая программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения кафедры-разработчика программы.

Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает оптимальные требования к знаниям и умениям студента (магистра) и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину и студентов (магистров). Программа разработана в соответствии с рабочим учебным планом университета по направлению 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

Цели освоения дисциплины

Основная цель изучения элементов начертательной геометрии - развитие пространственного мышления, изучения свойств различных геометрических объектов, а также правил построения и чтения чертежей.

Основная цель изучения черчения - формирование основных знаний по графическому отображению деталей и простых сборочных единиц: изучение правил и стандартов графического оформления технической документации на основные объекты проектирования в соответствии со специальностью (ОК-12). Грамотно применять современные программные средства выполнения и редактирования чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации (ПК-7).

В результате изучения дисциплины происходит:

- ознакомление с системой геометрических объектов (точка, линия, поверхность, тело) и основными операциями геометрического моделирования;
- изучение геометрического моделирования с использованием современных средств проектирования в графических средах на компьютерах (ПК-10);
- ознакомление с теоретическими основами и закономерностями построения и чтения отдельных изображений и чертежей геометрических объектов (точек, прямых, плоскостей, наиболее употребляемых кривых линий, поверхностей и объёмных тел);
- ознакомление с правилами и стандартами изображения объектов на чертежах;
- ознакомление с правилами нанесения размеров элементов, деталей и узлов.

Знания и навыки, приобретаемые студентом при изучении данной дисциплины:

- усвоение методов построения проекций геометрических объектов и приобретение навыков восприятия и в объёмном виде геометрического объекта по его проекциям;
- усвоение основных правил и норм выполнения чертежей, установленные стандартами ЕСКД (ПК-7); развитие пространственных представлений;
- обучение чтению и самостоятельному выполнению чертежей различных изделий в современных системах автоматизированного проектирования (ПК16).

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «3- D моделирование в компьютерной графике в пакете AutoCAD и трёхмерное мышление человека».

Дисциплина требует наличия у студента знаний, умений и навыков, полученных в школе и приобретаемых параллельно в институте в процессе изучения математики физики и ряда других дисциплин.

Для изучения дисциплины «3- D моделирование в компьютерной графике в пакете AutoCAD и трёхмерное мышление человека» студент должен обладать следующими компетенциями:

- ОК-10 – Способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
- ПК-7 – Способность применять современные компьютерные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей.

Место дисциплины в структуре образовательной программы

Настоящая дисциплина относится к циклу общие профессиональные дисциплины, обеспечивающие качественную подготовку бакалавра и магистра.

Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела	Всего часов	Аудиторные часы		Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	
1	Проекция точки. Прямоугольное проецирование. Эпюр Монжа. Геометрический смысл координат точки. Термины, обозначения.	4	1	1	2
2	Проекция прямой линии. Принадлежность точки прямой линии. Частные случаи положения прямой линии относительно плоскостей проекций. Натуральная величина отрезка прямой линии и углы ее наклона к плоскостям проекций. Угол между прямыми линиями. Проецирование прямого угла.	6	1	1	4
3	Проецирование плоскости. Формы задания плоскости на чертеже. Главные линии плоскости (горизонталь, фронталь, профильная прямая, линии наибольшего наклона к плоскостям проекций). Плоскость общего и частных положений. Свойство проекций геометрических элементов, лежащих в плоскостях частного положения. Взаимное положение прямой и плоскости, взаимное положение двух плоскостей. Отображение указанных выше элементов чертежа в компьютерной графике.	6	1	1	4
4	Пересечение прямой с плоскостью. Пересечение двух плоскостей между собой. Пересечение прямой общего положения с проецирующей плоскостью. Определение видимости. Пересечение проецирующей плоскости с плоскостью общего положения. Пересечение прямой общего положения с плоскостью общего положения. Определение видимости.	6	1	1	4
5	Параллельность прямой и плоскости. Параллельность двух плоскостей. Перпендикулярность прямой и плоскости. Перпендикулярность двух плоскостей.	6	1	1	4
6	Многоугольники. Многогранники. Особенности выполнения построений объектов в компьютерной графике. Привязки и их роль в обеспечении принадлежности, параллельности, перпендикулярности и пересечений объектов.	6	1	1	4

7	<p>Способы преобразования чертежа. Цель. Сущность. Метод перемены плоскостей проекций. Методы вращения: а) вращение вокруг проецирующих прямых; б) вращение вокруг линий уровня. Особенности выполнения построений объектов в компьютерной графике.</p> <p>Кривые линии. Плоские кривые линии. Пространственные кривые линии. Окружность в плоскости общего положения и в проецирующей плоскости. Особенности выполнения построений объектов в компьютерной графике.</p>	12	2	4	6
8	<p>Кривые поверхности. Общие сведения о кривых поверхностях. Обзор некоторых кривых поверхностей, их задание на чертежах. Поверхности вращения (цилиндр, конус, сфера, тор). Задание поверхностей вращения на чертежах, точки на поверхностях вращения, сечение проецирующими плоскостями. Особенности выполнения построений объектов, указанных в теме, в компьютерной графике.</p>	10	2	2	6
9	<p>Построение линии пересечения поверхностей вращения методом вспомогательных секущих плоскостей. Особенности выполнения построений объектов в компьютерной графике.</p>	10	2	2	6
10	<p>Изображения. Виды, разрезы, сечения, условности. Нанесение размеров. Введение в ГОСТ и ЕСКД (ЕСПД). Особенности выполнения построений объектов в компьютерной графике в графическом пакете AutoCAD.</p>	10	2	2	6
11	<p>Резьбовые соединения и деталей. Неразъемные соединения. Особенности выполнения построений объектов с резьбовыми соединениями в компьютерной графике.</p>	10	2	2	6
12	<p>Твердотельное моделирование технических деталей средней сложности. Элементы булевой алгебры. Декомпозиция сложных моделей. Системы автоматизированного проектирования (САПР / CAD).</p> <p>Выполнение рабочих чертежей деталей. Особенности выполнения построений объектов, указанных в теме, в компьютерной графике в графическом пакете AutoCAD .</p>	28	4	4	20
	<p>Аудиторный объём = 42 часа Итого: Полный объём с учётом самостоятельной работы студентов (72час.) = 114 часов</p>	114	20	22	72

Формы контроля знаний студентов

Тип контроля	Форма контроля	3 модуль	4 модуль	Параметры
Текущий	Домашняя работа	1	1	Графическая работа с защитой.
Итоговый	Зачёт	V		Графическая работа с защитой.
	Экзамен		V	Устный экзамен

Критерии оценки знаний, навыков:

На зачёте студент показывает умение самостоятельно решать задачи по темам (см. таблицу в п.5 выше).

При сдаче этапов домашних заданий студент показывает владение теоретическим материалом по темам 1-12 (см. таблицу выше), включая способность проявить знание логических взаимосвязей между различными разделами курса и умение самостоятельно решать поставленные задачи.

Оценки по всем формам текущего контроля выставляются по 10-ти балльной шкале.

Задачи, выдаваемые на дом для самостоятельного решения, обсуждаются устно с преподавателем. Подчеркнём, что на итоговую отметку за курс оказывает влияние совокупная доля числа решённых задач от общего количества выданных задач. Важен также оптимальный выбор алгоритмов при выполнении компьютерного твердотельного моделирования.

Порядок формирования оценок по дисциплине

Преподаватель оценивает работу студентов на практических занятиях: правильность и полнота выполнения заданий. Оценки за работу на практических занятиях преподаватель выставляет в рабочую ведомость.

Накопленная оценка по 10-ти балльной шкале за работу на практических занятиях определяется перед итоговым контролем – $O_{\text{аудиторная}}$.

Преподаватель оценивает самостоятельную работу студентов: полнота освещения темы, по которой студент выполняет обзор. Оценки за самостоятельную работу студента преподаватель выставляет в рабочую ведомость. Накопленная оценка по 10-ти балльной шкале за самостоятельную работу определяется перед промежуточным или итоговым контролем – $O_{\text{сам. работа}}$.

Накопленная оценка за текущий контроль учитывает результаты студента по текущему контролю следующим образом:

$$O_{\text{накопл. итоговая}} = 0,5 \cdot O_{\text{аудиторная}} + 0,5 \cdot O_{\text{самост. работа}}$$

Способ округления накопленной оценки текущего контроля: арифметический.

Результирующая оценка по учебной дисциплине формируется по следующей формуле:

$$O_{\text{результ}} = 0,6 \cdot O_{\text{накопл. итоговая}} + 0,4 \cdot O_{\text{экзамен}}$$

Способ округления результирующей оценки по учебной дисциплине: арифметический.

Подробное содержание дисциплины

Количества аудиторных часов по каждому разделу см. выше в таблице из п.4.

Применяемая в курсе учебная технология в каждом разделе вкратце описана ниже в п.8.

Нумерация литературных ссылок на перечисляемые далее разделы курса соответствует нумерации, используемой в списке рекомендуемых учебников из п.п.10.2, 10.3 ниже.

Раздел 1

Проекция точки. Прямоугольное проецирование. Проекция с числовыми отметками. Эпюр Монжа. Косоугольное проецирование. Центральная проекция. Геометрический смысл координат точки. Термины, обозначения.

Графический пакет AutoCAD. Рабочие пространства. Рабочее окно AutoCAD.

Объектные ПРИВЯЗКИ. Вкладки – Модель (Model), Лист (Layout). Системы координат. Примитив - «ТОЧКА».

Домашнее задание:

Рабочая тетрадь по курсу инженерная графика Часть-1 (стр. 4,5).

Литература по разделу: [1], [2], [3], [4], [6]. [6], [7].

Раздел 2

Проекция прямой линии. Задание прямой линии. Принадлежность точки прямой линии. Частные случаи положения прямой линии относительно плоскостей проекций. Деление отрезка в заданном отношении (теорема Фалеса). Частный случай проецирования прямого угла.

Графический пакет AutoCAD. Примитивы: ОТРЕЗОК (LINE), ЛУЧ (RAY), ПРЯМАЯ (XLINE). ПОЛИЛИНИЯ (PLINE) и др. Свойства указанных примитивов.

Домашнее задание:

Рабочая тетрадь по курсу инженерная графика Часть-1 (стр. 4,5,8,11,12).

Проверочное домашнее задание. «Пересечение пластин», «Пересечение двух треугольников». Чертёж на формате А3. В бумажном и компьютерном варианте.

Литература по разделу: [1], [2], [3], [4], [6]. [6], [7].

Раздел 3

Проецирование плоскости. Формы задания плоскости на чертеже. Главные линии плоскости (горизонталь, фронталь, профильная прямая, линии наибольшего наклона к плоскостям проекций). Плоскость общего и частных положений. Понятие о следах плоскости и задание плоскостей общего и частного положения следами. Свойство проекций геометрических элементов, лежащих в плоскостях частного положения. Взаимное положение прямой и плоскости, взаимное положение двух плоскостей.

Графический пакет AutoCAD. Примитивы: ОТРЕЗОК (LINE), ПРЯМАЯ (XLINE) . ПОЛИЛИНИЯ (PLINE) и др. Использование указанных примитивов.

Домашнее задание:

Рабочая тетрадь по курсу инженерная графика Часть-1 (стр. 6,7,9,10,13).

Литература по разделу: [1], [2], [3], [4], [6].

Проверочное домашнее задание. «Пересечение пластин», «Пересечение треугольника и параллелограмма». Чертёж на формате А3. В бумажном и компьютерном варианте.

Литература по разделу: [1], [2], [3], [4], [6] [7].

Раздел 4

Пересечение прямой с плоскостью. Пересечение двух плоскостей между собой. Пересечение прямой общего положения с проецирующей плоскостью. Определение видимости. Пересечение проецирующей плоскости с плоскостью общего положения. Пересечение прямой общего положения с плоскостью общего положения.

Графический пакет AutoCAD. Определение видимости. Выполнение построений объектов, указанных в теме, в компьютерной графике.

Домашнее задание:

Рабочая тетрадь по курсу инженерная графика Часть-1 (стр. 14,15,16,17,18,19,20).

Проверочное домашнее задание. «Пересечение пластин», «Пересечение треугольника и четырёхугольника». Чертёж на формате А3. В бумажном и компьютерном варианте.

Литература по разделу: [1], [2], [3], [4], [6].

Раздел 5

Параллельность прямой и плоскости. Параллельность двух плоскостей. Перпендикулярность прямой и плоскости. Перпендикулярность двух плоскостей.

Многоугольники. Многогранники. Особенности выполнения построений объектов в компьютерной графике.

Привязки и их роль в обеспечении принадлежности, параллельности, перпендикулярности и пересечений объектов (прямых, плоских граней и т.п.).

Графический пакет AutoCAD. Примитивы: ПИРАМИДА (ПРИЗМА) (PYRAMID), КЛИН (WEDGE). Команда «ВЫДПВИТЬ»(EXTRUDE) – её использование.

Домашнее задание:

Рабочая тетрадь по курсу инженерная графика Часть-1 (стр. 21,22,23,24).

Проверочное домашнее задание. «Пересечение многогранников», «Пирамида с окном» (Дополнительно даются указания по изменению данных варианта из сборника заданий) [7]

Чертёж на формате А3. В компьютерном варианте.

Литература по разделу: [1], [2], [3], [4], [6] [7].

Раздел 6

Способы преобразования чертежа. Цель. Сущность. Метод перемены плоскостей проекций. Методы вращения: а) вращение вокруг проецирующих прямых; б) вращение вокруг линий уровня. Приведение прямой и плоскости общего положения в частное положение.

Графический пакет AutoCAD. Примитив: ЦИЛИНДР (CYLINDER), КОНУС (CONE).

Команда «ВРАЩАТЬ»(REVOLVE) – её использование.

Домашнее задание:

Рабочая тетрадь по курсу инженерная графика Часть-2 (стр. 4,5,6,7).

Литература по разделу: [1], [2], [3], [4], [6] [7].

Раздел 7

Кривые линии. Плоские кривые линии. Пространственные кривые линии. Окружность в плоскости общего положения и в проецирующей плоскости.

Кривые поверхности. Общие сведения о кривых поверхностях. Обзор некоторых кривых поверхностей, их задание на чертежах. Поверхности вращения (цилиндр, конус, сфера, тор). Задание поверхностей вращения на чертежах, точки на поверхностях вращения, сечение проецирующими плоскостями. Особенности выполнения построений объектов, указанных в теме, в компьютерной графике.

Графический пакет AutoCAD. Примитивы: ТОР(TORUS), СФЕРА (SPHERE).

Домашнее задание:

Проверочное домашнее задание. Рабочая тетрадь по курсу инженерная графика Часть-2. Решать задачи (стр.18,19,20). Моделировать тела в графической среде AutoCAD (стр. 23,24).

Литература по разделу: [1], [2], [3], [5], [6].

Раздел 8

Пересечение поверхностей вращения с прямой линией. Общий принцип построения. Частные случаи для сферы, цилиндра, конуса.

Построение линии пересечения двух поверхностей (общий метод). Построение линии пересечения поверхностей вращения методом вспомогательных секущих плоскостей.

Графический пакет AutoCAD. Прimitives: «ПОЛИТЕЛО» (POLYSOLID).

Домашнее задание:

Рабочая тетрадь по курсу инженерная графика Часть-2 (стр. 8,9,14,15,16,17,18,19,20).

Рабочая тетрадь по курсу инженерная графика Часть-2 (моделировать тела стр. 25,26).

Литература по разделу: [1], [2], [3], [5], [6].

Раздел 9

Изображения. Виды, разрезы, сечения, условности. Нанесение размеров. Введение в ГОСТ и ЕСКД (ЕСПД). Графический пакет AutoCAD. Команды – «Т-ВИД» (SOLVIEW); «Т-РИСОВАНИЕ» (SOLDRAW).

Домашнее задание:

Рабочая тетрадь по курсу инженерная графика Часть-2 (стр. 8,9,14,15,16,17,18,19,20).

Моделировать тела (стр. 27, 28). - Рабочая тетрадь.

Литература по разделу: [1], [2], [3], [5], [6].

Раздел 10

Резьбовые соединения и детали. Неразъемные соединения. Особенности выполнения построений объектов с различными типами соединений в компьютерной графике.

Графический пакет AutoCAD. Команда «СДВИГ»(SWEEP) – её использование.

Рабочая тетрадь по курсу инженерная графика Часть-2 (стр. 8,9,14,15,16,17,18,19,20).

Моделировать тела с винтовыми поверхностями (Листок №2 с заданием).

Литература по разделу: [1], [2], [3], [5], [6].

Раздел 11

Твердотельное моделирование технических деталей средней сложности. Элементы булевой алгебры. Декомпозиция сложных моделей.

Графический пакет AutoCAD. Команда «ПО СЕЧЕНИЯМ» (LOFT) – её использование.

Домашнее задание:

Моделировать тела в графической среде AutoCAD (Рабочая тетрадь по курсу инженерная графика Часть-2 (стр. 26,27)).

Литература по разделу: [3], [5], [6].

Раздел 12

Графический пакет AutoCAD. Команда «ПО СЕЧЕНИЯМ» (LOFT) – её использование. Выполнение рабочих чертежей деталей. Выполнение чертежа общего вида узла.

Простановка размеров.

Домашнее задание:

Рабочая тетрадь по курсу инженерная графика Часть-2 (стр. 28, 29,30,31).

Моделировать тела в графической среде AutoCAD (Рабочая тетрадь по курсу инженерная графика Часть-2 (стр. 28, 29,30,31)).

Литература по разделу: Литература по разделу: [3], [5], [6].

Образовательные технологии

На лекции даются все необходимые определения, приводятся ключевые теоремы курса, обсуждаются логические и неформальные связи между ними. Кроме того, приводятся примеры использования теорем для решения конкретных задач.

После этого студентам выдаётся перечень задач из тетради для самостоятельного решения. Тетради содержат как рутинные упражнения для усвоения стандартных приёмов, так более сложные задачи, требующие самостоятельного подхода и прочтения соответствующих разделов в учебнике. Задачи могут решаться дома, после чего сдаваться (устно или письменно) преподавателю во время факультативных консультаций.

Задачи, вызывающие затруднения, коллективно обсуждаются на консультациях. Студенты, испытывающие затруднения при решении некоторых задач соединяются в группы для совместной работы под руководством преподавателя. Разобранные таким образом задачи сдаются каждым студентом индивидуально на консультациях.

Общее число решённых каждым студентом задач в течение каждого модуля учитывается, и оказывает влияние на итоговую отметку за модуль (см. п.9 ниже).

На практических занятиях даются вводные лекции по работе в графических компьютерных системах. При этом решаются типовые задачи, выполняется в полном объеме графическая часть рабочих чертежей наиболее характерных деталей и узлов.

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Литература основная

1. Гордон В.О., Семенцов-Огиевский М.А. Курс начертательной геометрии. Учебник. М.: Наука, 2016.
2. Гордон В.О., Иванов Ю.Б., Солнцева Т.Е., Сборник задач по курсу начертательной геометрии, М.: Наука, 2016.
3. Чекмарев А.А. Инженерная графика. - М., 2016.
4. Пузиков А.А. Сборник задач и упражнений по курсу инженерная и компьютерная графика, 2-я часть, М.: МИЭМ, 2017.
5. Полещук Н.Н. Самоучитель AutoCAD 2018.-СПб: БХВ-Петербург.2017.-464с. +CD-ROM.

Литература дополнительная

- 1.1 Полещук Н.Н., Лоскутов П.В. AutoLISP и Visual LISP в среде AutoCAD.-СПб: БХВ-Петербург.2018.-960с. +CD-ROM.
- 1.2 Зуев С.А., Полещук Н.Н. САПР на базе AutoCAD – как это делается.- СПб: БХВ-Петербург.2018.-464с. +CD-ROM.
- 1.3 А.Д. Александров, А.Л.Вернер, В.И.Рыжик. Геометрия 10-11 классы, учебник для общеобразовательных учреждений - М.: Просвещение, 2017. - 256 с.
- 1.4 Е.Е.Флинт Начала кристаллографии учебник для студентов геологических специальностей - М.: Государственное изд-во геологической литературы , 2010.-224 с.
- 1.5 Чарлз Банн Кристаллы, их роль в природе и науке, перевод с англ., М., «Мир»,2014.
- 1.6 ГОСТ 2.052-2006 ЕСКД. Электронная модель изделия. Общие положения.
- 1.7 ГОСТ 2.053-2006 ЕСКД. Электронная структура изделия. Общие положения.

Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Современная графическая система – AutoCAD 2018.

Для изучения дисциплины необходимо индивидуальное аппаратное и системное программное обеспечение, минимальные требования которого соответствуют спецификации среды AutoCAD. В дисплейном классе требуется установка операционной системы совместимой с AutoCAD 2018.