Целью настоящей работы является изучение процесса построения случайного графа на примере модели Барабаши-Альберт. Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

* рассмотреть алгоритм Барабаши-Альберт для построения случайного графа;
* реализовать алгоритм Барабаши-Альберт на некотором языке программирования;
* провести анализ закона распределения степеней вершин графа, построенного по алгоритму Барабаши-Альберт.

Модель Барабаши-Альберт является одной из первых моделей веб-графов. Веб-граф представляет собой ориентированный мульти-граф, вершинами которого являются какие-либо конкретные структурные единицы в Интернете: речь может идти о страницах, сайтах, хостах, владельцах и пр. Для определенности будем считать, что вершинами веб-графа служат именно сайты. А рёбрами соединяются вершины, между которыми имеются ссылки.

Также Барабаши и Альберт была предложена модель предпочтительного присоединения, основная идея которой заключается в том, что при присоединении к графу новой вершины проводится некоторое количество рёбер от добавленной вершины к уже существующим, при этом вероятность появления ребра межу новой вершиной и какой-то конкретной вершиной пропорциональна степени данной вершины

Реализованная в ходе выполнения курсовой работы модель представляет собой модель растущего случайного графа предпочтительного связывания. Были реализованы две модификации: в одной из них на каждом шагу добавляется фиксированное количество m рёбер, а во второй, количество новых рёбер на каждой итерации определяется распределением Пуассона с параметром m. В экспериментах в качестве параметра m подставляются числа из множества {1, 2, 5, 7, 10}, каждый вариант графа строится на 10000 вершин. Так как получаемые графы случайны, то в ходе эксперимента каждый граф сроится десять раз, и строятся графики зависимости количества вершин от степени по средним значениям. Реализация стандартной модели Барабаши-Альберт состоит в следующем. Сначала создаётся полный граф из m вершин с помощью команды *nx.complete\_graph(m)*. Затем в графе создаются n-m вершин, но рёбра ещё не проводятся. Далее создаются и инициализируются вспомогательные массивы *nodes*, *used* и *degrees*, хранящие список присоединённых к графу вершин, информацию о том использованы они или нет и степени вершин, соответственно. Затем в цикле добавляются ребра, как представлено в следующем коде. Здесь описан цикл по неприсоединённым вершинам. Для каждой вершины, с помощью функции *random.choices()*, выбираются m различных вершин с которыми будет соединена новая вершина. Для того чтобы не было кратных ребер создаётся массив *connections*, хранящий все выбранные вершины. Следующим шагом с помощью массива *connections* исправляются массивы *used* и *degrees*. И новая вершина добавляется в массив *nodes*. Случай добавления первой вершины рассматривается отдельно: если флаг *o* поднят, добавляется грань между нулевым и первым узлами. Далее по такому же алгоритму присоединяются другие вершины.

Основное отличие второй модификации от стандартной модели заключается в том, что на каждом шаге значение m выбирается заново по распределению Пуассона, с помощью функции *numpy.random.poisson()*. Остальные манипуляции производятся аналогично.

Данная реализация содержит фрагмент кода, отвечающий за отображение данных о построенном графе для дальнейшего анализа. Для этого используются библиотеки matplotlib, matplotlib.pyplot и pylab. На первом шаге создаются десять графов для анализа, с помощью одной из двух описанных подпрограмм, а также создаются массивы c и x, по которым будет строиться график зависимости количества вершин от степени. Данные о количестве вершин каждой степени записываются в массив c. Затем каждый элемент этого массива делится на 10, для того чтобы найти среднее значение по десяти графам. Затем, при помощи команды pylab.loglog() строится график по полученным данным, массивы c и x сохраняются в текстовый файл.

Так как модель Барабаши-Альберт подходит для описания реальных систем, в том числе сети Интернет, то распределение степеней вершин в этой модели должно соответствовать распределению степеней в реальных сетях. На приведённых изображениях можно обнаружить весьма точное совпадение модели с реальными сетями.

В ходе выполнения курсовой работы были изучены различные модели генерации случайных графов, и проведены исследования стандартной модели Барабаши-Альберт и её модификации со случайным количеством новых вершин, подчиняющимся распределению Пуассона. Проведенные эксперименты показали, что модификация алгоритма Барабаши-Альберт, в которой количество новых вершин подчиняется распределению Пуассона, распределение степеней полученного графа-смешанное, и что не зависимо от модификации и от выбора числа m полученное число гамма от степенного распределения равно 2.9. Также были изучены различные модули языка программирования Python такие как: networkx(для работы с графами), random и numpy.random(для работы со случайными величинами), а также matplotlib, matplotlib.pyplot и pylab(для построения и отображения графиков).