

Яковлева А.А.,

студентка

1 курс, факультет «Международные экономические отношения»

Финансовый университет при Правительстве РФ

Россия, г. Москва

Научные руководители: доцент Департамента АДПРиФТ Финансового

Университета при Правительстве РФ

Утакаева Ирина Хайрлыенвна

**ИНТЕГРАЦИЯ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ И ПРОГРАММИРОВАНИЯ:
КОДИРОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА
ВЫСОКОУРОВНЕВЫХ ЯЗЫКАХ R и PYTHON**

***Аннотация:** «Все самые большие технологические изобретения, созданные человеком, больше свидетельствуют о его лени, чем о высоком интеллекте», - утверждает успешный предприниматель Марк Кеннеди. Действительно, человек не замечает преград и смело шагает через них в стремлении к упрощению своей жизни. Однако именно в этот момент человек достигает непреодолимых высот, создавая нечто гениальное, но в тот же момент – простое, иными словами, пишет программу современного мира, трансформируя подвластные ему сферы в более доступные в использовании. Абсолютная мобильность экономики к IT-технологиям позволяет всё больше осваивать цифровую сферу.*

***Ключевые слова:** цифровая экономика, язык программирования, R, Python, графика, визуализация данных, аналитика, кодирование.*

***Annotation:** «All of the biggest technological inventions created by man says little about his intelligence, but speaks volumes about his laziness», - was noticed by one successful entrepreneur Mark Kennedy. Indeed, a person does not notice any obstacles and boldly steps through them in an effort to simplify the life. The moment*

that a person reaches insurmountable heights he creates something ingenious but at the same time – simple, in other words, writes a program of the modern world by transforming the spheres into more accessible for use. The mobility of the economy to IT-technologies allows people to improve the digital sphere.

Key words: digital economy, a computer language, R, Python, graphics, data visualization, analytics, coding.

Программирование экономических задач в R-пространстве.

Как уже упоминалось ранее, цифровая экономика по сути своей построена на программах: каждый экономический цикл или процесс производства, отображаемый в цифровом формате, задаётся программой, которая пишется по коду. Для того, чтобы разобраться в кодировании необходимо понимать, какие этапы вычислений нужно произвести для решения экономической задачи. Инструментарий языков программирования позволяет задать данные и с помощью команд, выполнить нужные вычисления, то есть задать код программы. Рассмотрим одну из экономических задач, с которой может встретиться как студент, так и менеджер в процессе оптимизации производства. Обратимся к данным таблицы 1 для понимания смысла задачи.

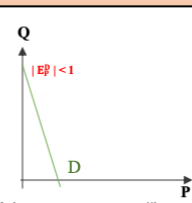
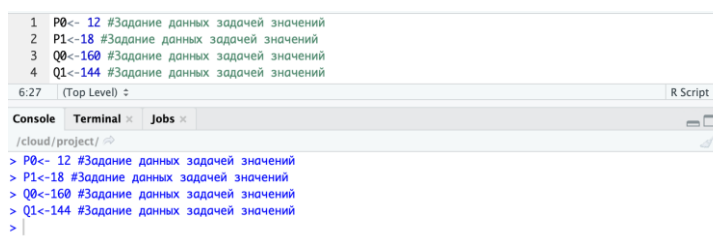
Дано:	Решение:
$Q_D = 10 - 1,5P$ $P_0 = 12$ $P_1 = 18$ $Q_0 = 160$ $Q_1 = 144$	Эластичность спроса по цене $ E_P^D = \frac{\Delta Q/Q}{\Delta P/P}$, где (1): $\bar{Q} = \frac{Q_0 + Q_1}{2}$; $\Delta Q = Q_1 - Q_0$; $\bar{Q} = \frac{160 + 144}{2} = 152$; $\Delta Q = 144 - 160 = -16$; (2): $\bar{P} = \frac{P_0 + P_1}{2}$; $\Delta P = P_1 - P_0$; $\bar{P} = \frac{12 + 18}{2} = 15$; $\Delta P = 18 - 12 = 6$; (3): $ E_P^D = \left \frac{-16/152}{6/15} \right \approx -0,26 \approx 0,26 \Leftrightarrow E_P^D < 1$ (спрос неэластичный)
1. найти: $ E_P^D $ - ? 2. эластичен ли спрос?	

Таблица 1. Условия задачи

Для решения данной задачи необходимо выполнить ряд вычислений, построить график и обозначить на нём соответствующие значения. В ходе приведённого решения выполняются математические исчисления «в уме» или с использованием средств вычислительной техники. Однако как безошибочно произвести более длинную цепочку действий с большими числами, которые как раз-таки и отражают реальные процессы производства?

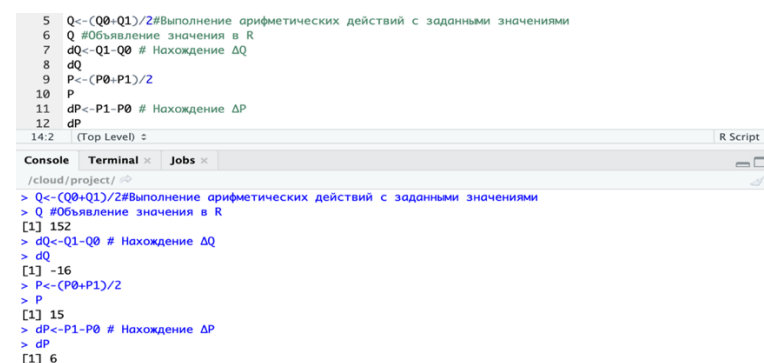
Программирование вычислительных действий и использование кодов визуализации в RStudio позволяет выполнить задачу на языке программирования R. Поэтапно рассмотрим процесс задания функции, её отображения и последующих вычислительных действий, построения графика и визуализации данных на нём. Рассмотрим рисунок 1.



```
1 P0<- 12 #Задание данных задачей значений
2 P1<-18 #Задание данных задачей значений
3 Q0<-160 #Задание данных задачей значений
4 Q1<-144 #Задание данных задачей значений
6:27 (Top Level) R Script
Console Terminal Jobs
/cloud/project/
> P0<- 12 #Задание данных задачей значений
> P1<-18 #Задание данных задачей значений
> Q0<-160 #Задание данных задачей значений
> Q1<-144 #Задание данных задачей значений
>
```

Рисунок 1. Задание условий задачи

Для начала необходимо «записать» условия задачи: каждому параметру присвоить соответствующее значение. Важно заметить, что параметры не должны повторяться, в противном случае ему будет присвоено последнее записанное значение. На следующем этапе (рис. 2) необходимо произвести необходимые вычисления, воспользовавшись знаниями формул для нахождения заданной эластичности. По мере задания математических функций в окне ‘Console’ отображаются полученные решения.



```
5 Q<-(Q0+Q1)/2#Выполнение арифметических действий с заданными значениями
6 Q #Объявление значения в R
7 dQ<-Q1-Q0 # Нахождение ΔQ
8 dQ
9 P<- (P0+P1)/2
10 P
11 dP<-P1-P0 # Нахождение ΔP
12 dP
14:2 (Top Level) R Script
Console Terminal Jobs
/cloud/project/
> Q<-(Q0+Q1)/2#Выполнение арифметических действий с заданными значениями
> Q #Объявление значения в R
[1] 152
> dQ<-Q1-Q0 # Нахождение ΔQ
> dQ
[1] -16
> P<- (P0+P1)/2
> P
[1] 15
> dP<-P1-P0 # Нахождение ΔP
> dP
[1] 6
```

Рисунок 2. Выполнение вычислительных действий

На последующем этапе (рис. 3) производится вычисление необходимого параметра по условиям задачи – эластичности спроса по цене. Важно заметить, что данная эластичность вычисляется по модулю. Также следует округлить полученное значение до десятых или сотых, как в приведённом решении, активируя команду ‘round (x, n)’, где x – округляемый параметр, n - количество знаков после запятой.

```

13 E<- (dQ/Q)/(dP/P) #Вычисление E спроса по цене
14 E
15 round(E,2) #Округление значения E до 2 знаков после запятой
16 Eabs <- abs(E) #Значение E по модулю
17 Eabs
10:2 (Top Level)

```

```

Console Terminal Jobs
/cloud/project/
> E<- (dQ/Q)/(dP/P) #Вычисление E спроса по цене
> E
[1] -0.2631579
> round(E,2) #Округление значения E до 2 знаков после запятой
[1] -0.26
> Eabs <- abs(E) #Значение E по модулю
> Eabs
[1] 0.2631579

```

Рисунок 3. Вычисление эластичности функции

По условию задачи требуется определить, эластичен ли спрос заданной функции. Обратимся к рис. 4 для демонстрации заключительного этапа решения. Эластичность Elasticity объявим функцией с переменной E найденной эластичности. Встроенный в RStudio оператор ‘if else’ позволит определить, удовлетворяет ли условию найденная эластичность. Итоговый результат отображается в окне ‘Console’.

```

18 Elasticity <- function(Eabs) {
19   if (abs(E)>1) {Elasticity <- "Спрос эластичный"} # Проверка условия эластичности
20   else { Elasticity <- "Спрос неэластичный"}# Проверка условия неэластичности
21   return(Elasticity)# Возвращение итогового значения
22 }
23 Elasticity(Eabs)
19:42 Elasticity(Eabs)

```

```

Console Terminal Jobs
/cloud/project/
> Elasticity <- function(Eabs) {
+   if (abs(E)>1) {Elasticity <- "Спрос эластичный"} # Проверка условия эластичности
+   else { Elasticity <- "Спрос неэластичный"}# Проверка условия неэластичности
+   return(Elasticity)# Возвращение итогового значения
+ }
> Elasticity(Eabs)
[1] "Спрос неэластичный"

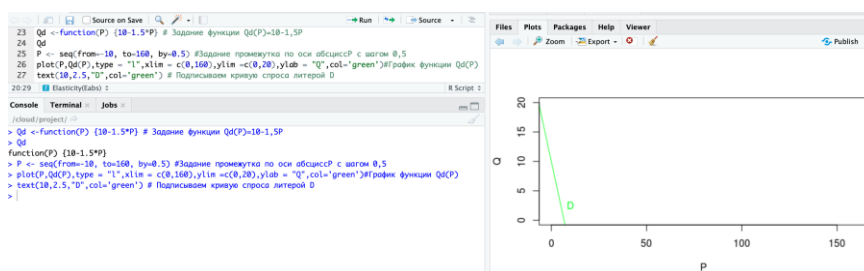
```

Рисунок 4. Проверка условий эластичности функции

Безоговорочным преимуществом в использовании автоматизированных платформ является запрограммированные математические функции. Пользователю, к примеру, не придётся в точности запоминать, при каком значении спрос эластичен (безусловно, что грамотный экономист должен обладать данными знаниями). Написанная на высокоуровневом языке R программа самостоятельно «обдумывает» функцию при заданных условиях и выводит результат.

На основании произведённых вычислений в RStudio строится график функции спроса заданием функции построения графиков ‘plot’. Для начала необходимо определить промежуток с нужным шагом. Для построения заданной модели спроса используется заданная на определённом промежутке функция Q_D

= 10-1,5P, которая визуализируется на размещённых осях координат. Рисунок 5 демонстрирует вышеизложенное.



**Рисунок 5. Визуализация выполненных вычислений
Интеграция Python и R в работе с экспортом и визуализацией данных
временных рядов.**

Недочётom в решении подобных задач (см. таблицу 1) в R-Studio являются возникающие неудобства при извлечении данных с веб-сайтов. Следует оговориться, что собрать данные и экспортировать их в R-пространство возможно с использованием Excel. Команда `read.table` считывает данные Excel-формата из буфера обмена и выгружает в таблицу `data.frame`. Ещё одним способом является чтение файлов с расширением “.csv” и выполнение команд `read.csv` или `read.csv2` для сайтов европейских и американских источников. Кроме того, для этого необходимо установить библиотеку ‘`xlsx`’, которая, в свою очередь, нуждается в загрузке Java - объектно-ориентированного языка программирования. Именно поэтому в начале работы упоминалось о практических удобствах совмещения R и Python, где в последнем при помощи Web Scraping’a и инструмента `scrapy` происходит выгрузка данных с веб-сайтов (а также пакет `pandas-datareader`, отвечающий за импорт данных с финансовых платформ). Последующая визуализация полученных данных осуществляется в пространстве R, где переход с одной платформы Python на другую – RStudio выполняется через Command Line Tools (передача данных через диск и исполнение скриптов с помощью командной строки) или одновременный запуск процессов Python и R с передачей данных в оперативной памяти ‘in-memory’.

Для примера рассмотрим импорт финансовых данных с Yahoo! Finance API с использованием пакета pandas-datareader и его функций head() и tail(). Обратимся к рисунку 6.

```
pip install pandas-datareader
import pandas_datareader as pdr
import datetime
aapl = pdr.get_data_yahoo('AAPL',
                          start=datetime.datetime(2006, 10, 1),
                          end=datetime.datetime(2012, 1, 1))
# Возвращение первых рядов 'aapl'
aapl.head()
# Возвращение последних рядов 'aapl'
aapl.tail()
```

Рисунок 6. Скачивание пакета pandas-datareader и задание данных

Установив пакет и получив доступ к его «инструментам», необходимо выполнить импорт данных акций AAPL Apple. Полученный DataFrame в виде 'aapl' представляет массив данных с сайта. На следующем этапе начинается процесс работы с данными временных рядов: индексирование, ограничение значений определённым периодом (см. рис. 7)

```
# Поиск элемента в списке и возвращение его индекса
aapl.index
# Поиск элементов столбцов
aapl.columns
# Ограничение анализа только последних 10 значений, перемещение в переменную 'ts'
ts = aapl['Close'][-10:]
# Проверка типа переменной 'ts'
type(ts)
```

Рисунок 7. Задание ограничений

Далее на рисунке 8 демонстрируется использование функции 'iloc' для целых чисел, которое позволяет получить доступ к данным. Вычисление разницы между ценами открытия и закрытия торгового периода будет полезно при разработке финансовой стратегии.

```
# Поиск "открывающих"('Open') и "закрывающих"('Close') значений периода с 2016-11-01 по 2016-12-01
print(aapl.iloc[[22,43], [0, 3]])
# Добавление столбца 'diff' (вычисление разницы между ценами открытия и закрытия торгового периода) в 'aapl'
aapl['diff'] = aapl.Open - aapl.Close
```

Рис. 8. Обработка полученных данных

На завершающем этапе рассматриваемой задачи необходимо вернуться к RStudio для интерпретации полученных данных в интерактивной среде.

Используя вышеприведенный пример перехода из одной среды в другую при помощи Command Line Tools и визуализировав имеющиеся данные временных рядов, получаем следующий результат (рис. 9):

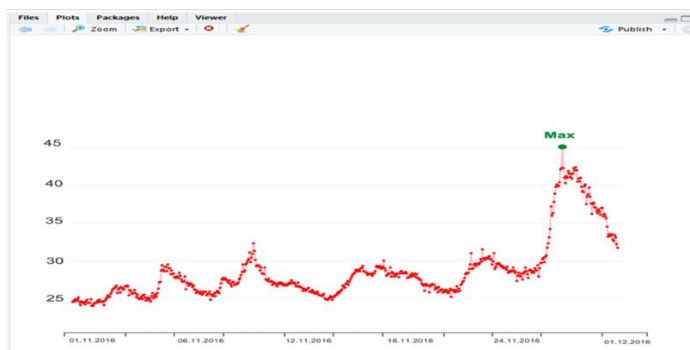


Рисунок 9. Визуализация выполненных операций

Вывод:

На практике стало очевидным: интеграция экономических исчислений наиболее точно интерпретирует экономические задачи в виртуальном (цифровом) формате и позволяет отразить реальные экономические процессы с использованием анализа данных с финансовых и экономических платформ.

В ходе работы удалось рассмотреть способы вышеперечисленных исчислений для построения экономических моделей на языках R и Python, а также объяснить, почему максимальный результат от использования данных программных конкурентов достигается в их комплексном взаимодействии в вычислительных процессах и визуализации экономических моделей. Практичность и доступность в базовом владении языками программирования позволит реализовать поставленные перед экономистами задачи и визуализировать данные на автоматизированных платформах.

Использованные источники:

1. Работа с открытыми данными // Программирование на языке высокого уровня Python: учебное пособие для среднего профессионального образования / Д. Ю. Федоров. — 2-е изд. — Москва: Издательство Юрайт, 2020, С.114 - 116. [05.05.2020]

2. Математика на языке R [Электронный ресурс]: учебник / Зададаев С.А. — Москва: Издательство Прометей, 2018. – С.147-149 - Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785907003590.html> [06.05.2020].