

## ინჟინერიის განვითარების საკითხებთან დაკავშირებით

ზურაბ სამხარაძე,<sup>1</sup> გივი სანაძე<sup>2</sup>

DOI: <https://doi.org/10.61446/pa.2.2024.8353>

### აბსტრაქტი

ნაშრომში განხილულია ინჟინერიის განვითარების ძირითადი ეტაპები და მისი როლი ცივილიზაციის განვითარებაში. ინჟინერიამ გაიარა სავსად რთული ეტაპები და ცივილიზაციის განვითარების ერთ-ერთი ძირითად ძალად იქცა. ინჟინერია გაჩნდა მაშინ, როდესაც ადამიანებს შეეძინათ მათ გარშემო არსებული ბუნების გარდაქმნის აუცილებლობა და შექმნეს ისეთი მარტივი მექანიზმები, როგორებიცაა შკივი, ბერკეტი, ბორბალი და სხვა. თუმცა, თავად ტერმინს „ინჟინერია“ უფრო უახლესი წარმოშობა აქვს. ინჟინერი შუა საუკუნეებში ერქვა ადამიანს, რომელიც აპროექტებდა, ქმნიდა და მართავდა სააღმშენებლო იარაღს; მაგალითად, კატაპულტებს, ტრეზუმეტებს და სხვა. შუმერის და აქადის ზიქურატები, პირამიდები და ალექსანდრიის შუქურა ძველ ეგვიპტეში, ინდის ველის ქალაქები, აკვედუკები მინოსის კრეტაში, პართენონი და როდოსის კოლოსი ძველ საბერძნეთში, რომაული აკვედუკები, აპოუსის გზა, რომის კოლიზეუმი, კოლუმბამდელი ცივილიზაციების ქალაქები და პირამიდები, ჩინეთის დიდი კედელი და მრავალი სხვა ნაგებობა მოწმობს უძველესი ინჟინერების გამომგონებლობასა და ოსტატობას. მარტივი მექანიზმების გამოყენებით შეიქმნა უზარმაზარი ნაგებობები, როგორცაა, მაგალითად, ხეოფის პირამიდა. პირველ არქიტექტორად და ინჟინერად მიჩნეულია ძველი ეგვიპტის მესამე დინასტიის დამაარსებლის ფარაონ ჯოსერის პირველი მინისტრი, რომელიც ჩვენთვის იმპოტეპის სახელით არის ცნობილი. ადრეული მანქანები, რომლებსაც წყალი ამოძრავებდათ - წყლის ბორბალი და წყლის წისქვილი - პირველად აქემენიდთა იმპერიაში ჩვენს წელთაღრიცხვამდე IV საუკუნის დასაწყისში გამოჩნდა. ძველმა ბერძნებმა შექმნეს მანქანები როგორც მშვიდობიანი, ასევე სამხედრო საჭიროებისთვის. მათი დამსახურება ანტიკიტერული მექანიზმის გამოგონება - ერთ-ერთი პირველი მექანიკური კომპიუტერი, რომელიც შეიქმნა ჩვენს წელთაღრიცხვამდე II საუკუნეში. ცნობილი ფილოსოფოსი არქიმედე არა მხოლოდ ნაყოფიერად ეწეოდა თეორიულ კვლევებს, არამედ მან შექმნა რამდენიმე მექანიზმი, მაგალითად ე.წ. არქიმედეს ხრახნი, რომელიც გამოიყენებოდა ტუმბოს დანიშნულებით. ინჟინერიის, როგორც საქმიანობის განსაკუთრებულ სახეობად განხილვის პირველ მცდელობად შეიძლება ჩაითვალოს ვიტრუვიუსის ნაშრომი „ათი წიგნი არქიტექტურაზე“. იგი აკეთებს პირველ მცდელობებს აღწეროს ინჟინერის საქმიანობის პროცესი. ვიტრუვიუსი ყურადღებას ამახვილებს ინჟინერისთვის ისეთ მნიშვნელოვან მეთოდებზე, როგორცაა მსჯელობა და გამოგონება. შუა საუკუნეებში ადამიანებმა შეძლეს ქარის ძალის გამოყენება. ქარის წისქვილი და ქარის ტუმბო მე-9 საუკუნეში გამოჩნდა აბასიანთა სახალიფოში, რომელიც მაშინ იმყოფებოდა თავის ოქროს ხანაში. მოგვიანებით ქარის წისქვილები ფართოდ გავრცელდა მთელ ევრაზიაში. ჩვენი წელთაღრიცხვის პირველი ათასწლეულის დასაწყისში ჩინეთში გამოიგონეს დენთი, რომლის გამოყენება მალევე დაიწყო სამხედრო საქმეში. დენთის ფოიერვერკებმა, რომლებიც გამოიყენებოდა საზოგადოების გასართობად დღესასწაულებზე და ფესტივალებზე, წარმოშვა პირველი სამხედრო რაკეტები. ინგლისელმა თომას სევერიმ 1698 წელს გამოიგონა ორთქლით მოძუშავე წყლის ტუმბო მალაროებიდან წყლის ამოტუმბვისთვის. 1712 წელს თომას ნიუკომენის მიერ, ფრანგი მკვლევარის დენის პაპინის დიზაინის საფუძველზე, კიდევ ერთი ტუმბო შეიქმნა. მე-XIX და მე-XX საუკუნეები იყო გრანდიოზული სო-

<sup>1</sup> სსიპ-დავით აღმაშენებლის სახელობის საქართველოს ეროვნული თავდაცვის აკადემიის, სამეცნიერო კვლევითი ცენტრის მთავარი მეცნიერი, სამხედრო მეცნიერებათა კანდიდატი.

<sup>2</sup> სსიპ-დავით აღმაშენებლის სახელობის საქართველოს, ეროვნული თავდაცვის აკადემიის, მექანიკის ინჟინერიის მიმართულების პროფესორი, ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი.

ციალური გარდაქმნების დრო, რაც შეუძლებელი იქნებოდა მეცნიერებისა და ინჟინერიის მიღწევების გარეშე. მე-19 საუკუნესთან დაკავშირებულია ელექტროტექნიკის „გამოჩენა“. ამ საუკუნის დასაწყისში ელექტროენერჯის თეორიულმა კვლევამ რომელსაც აწარმოებდნენ ალესანდრო ვოლტა, ანდრე-მარი ამპერი, მაიკლ ფარადეი, გეორგ ომი და სხვა მკვლევარები, განაპირობა ელექტრო ტელეგრაფის, 1872 წელს ელექტროძრავის, 1870-იან წლებში ტელეფონის და 1880-იან წლებში ელექტრული ტრამვაის გამოგონება. ინჟინერიის განვითარების ეტაპების განხილვიდან იკვეთება ამ სფეროს როლი ცივილიზაციის განვითარების საქმეში. ინჟინერიამ გაიარა საკმაოდ რთული ეტაპები. მისი ევოლუცია დაკავშირებული იყო ადამიანისა და ზოგადად ცივილიზაციის მოთხოვნებთან.

**საკვანძო სიტყვები:** ინჟინერია, ტექნოლოგიები, ისტორია, მარტივი მექანიზმები, ნაგებობები, ცივილიზაცია, გამოგონებები.

## Regarding engineering development issues

Zurab Samkharadze,<sup>3</sup> Givi Sanadze<sup>4</sup>

DOI: <https://doi.org/10.61446/pa.2.2024.8353>

### Abstract

The paper discusses the main stages of engineering development and its role in the development of civilization. Emphasis is placed on the use of simple mechanisms from the ancient period to the creation and subsequent evolution of grandiose structures for that period. Engineering has gone through quite difficult stages and has become one of the main forces in the development of civilization. Engineering arose when people felt the need to transform the nature around them and created simple mechanisms such as pulleys, levers, wheels, etc. However, the term "engineering" itself has a more recent origin. An engineer in the Middle Ages was a person who designed, built, and operated siege weapons such as catapults, trebuchets, and more. Sumerian and Akkadian Ziggurats, Pyramids and Lighthouse of Alexandria in Ancient Egypt, Indus Valley Cities, Aqueducts in Minoan Crete, Parthenon and Colossus of Rhodes in Ancient Greece, Roman Aqueduct, Appius Way, Roman Coliseum and Pantheon, Pre-Columbian Cities and Pyramids, Great Wall of China and many other structures It testifies to the ingenuity and skill of ancient engineers. Huge structures were created using simple mechanisms, such as the Pyramid of Cheops. The first minister of Pharaoh Djoser, the founder of the third dynasty of ancient Egypt, who is known to us as Imhotep, is considered to be the first architect and engineer. Early machines powered by water - the water wheel and the water mill - first appeared in the Achaemenid Empire in the early 4th century BC. The ancient Greeks created machines for both civilian and military purposes. They are credited with creating the Antikythera Mechanism - one of the first mechanical computers created in the 2nd century BC. The famous philosopher Archimedes was not only fruitfully engaged in theoretical research, but he also created several mechanisms, such as the Archimedes screw, which was used as a pump. The first attempt to consider engineering as a special type of activity can be considered the work of Vitruvius "Ten Books on Architecture". It makes the first attempts to describe the engineer's activity process. Vitruvius focuses on methods important to the engineer, such as reasoning and invention. In the Middle Ages, people were able to harness the power of the wind. The windmill and the wind pump appeared in the 9th century in the Abbasid Caliphate, which was then in its golden age. Later, windmills became widespread throughout Eurasia. In the first millennium, gunpowder was invented in China, which soon began to be used in military affairs. Gunpowder fireworks, used for public entertainment at celebrations and festivals, gave rise to the first military rockets. In 1698, Englishman Thomas Severy invented a steam-powered water pump for pumping water out of mines. In 1712, another pump was created by Thomas Newcomen based on the design of the French explorer Denis Papin. The 19th and 20th centuries were a time of great social transformations that would not have been possible without the achievements of science and engineering. The 19th century is associated with the "appearance" of electrical equipment. Early in this century, theoretical research on electricity by Alessandro Volta, Andre-Marie Ampere, Michael Faraday, Georg Ohm, and other researchers led to the invention of the electric telegraph, the electric motor in 1872, the telephone in the 1870s, and the electric tramway in the 1880s. The role of this field in the development of civilization can be seen from the discussion of the stages of engineering development. Engineering has gone through quite difficult stages. Its evolution was related to human needs and became one of the main forces in the development of civilization.

**Keywords:** Engineering, technologies, history, simple mechanisms, structures, civilization, inventions.

---

<sup>3</sup> Chief Researcher of the Scientific Center of the David Agmashenebeli National Defense Academy of Georgia, PhD

<sup>4</sup> Professor of mechanical engineering at the David Agmashenebeli National Defense Academy of Georgia, PhD

## შესავალი

ინჟინერია გაჩნდა მაშინ, როდესაც ადამიანებს შეექმნათ მათ გარშემო არსებული ბუნების გარდაქმნის აუცილებლობა და შექმნეს ისეთი მარტივი მექანიზმები, როგორებიცაა შვივი, ბერკეტი, ბორბალი და სხვა. თუმცა, თავად ტერმინს „ინჟინერია“ უფრო უახლესი წარმოშობა აქვს. „ინჟინერი“ (ლათ. *ingeniarius*) შუა საუკუნეებში ერქვა ადამიანს, რომელიც აპროექტებდა, ქმნიდა და მართავდა საალყე იარაღს, როგორებიცაა კატაპულტები ტრეზუშეტები და სხვა. მოგვიანებით, როდესაც ისეთი სამოქალაქო ნაგებობების, როგორებიცაა ხიდები და საცხოვრებელი შენობები, დაპროექტება და მშენებლობა უფრო რთული გახდა, ეს დარგი ნოვატორული და ინოვაციური მიმართულებით განვითარდა და ცალკე ტექნიკურ დარგად იქცა. ხმარებაში შემოვიდა ტერმინი „საქალაქო ინჟინერია“.<sup>5</sup> თანამედროვე ეტაპზე სამოქალაქო ინჟინერია, მათი წინაპრებისაგან განსხვავებით, სპეციალიზირებულნი არიან არასამხედრო შენობებისა და ნაგებობების მშენებლობაში. სამხედრო ინჟინერია კი ცალკე დარგია და სამხედრო ინჟინერია მოღვაწეობენ მხოლოდ შეიარაღებულ ძალებში, სადაც არსებობს საინჟინრო ჯარების გვარეობა და სადაც დაკავებულნი არიან სამხედრო ინფრასტრუქტურის ან საფორტიფიკაციო ნაგებობების მშენებლობით.

## ძირითადი ნაწილი

შუმერის და აქადის ზიქურატები, პირამიდები და ალექსანდრიის შუქურა ძველ ეგვიპტეში, ინდის ველის ქალაქები, აკვედუკები მინოსის კრეტაში, როდოსის კოლოსი ძველ საბერძნეთში, რომაული აკვედუკი (სურ. 1), აპიუსის გზა, რომის კოლიზეუმი (სურ.2) და ათენის პართენონი(სურ.3), კოლუმბამდელი ცივილიზაციების ქალაქები და პირამიდები, ჩინეთის დიდი კედელი (სურ.4) და მრავალი სხვა ნაგებობა მოწმობს უძველესი ინჟინერების გამომგონებლობასა და ოსტატობას.



სურ.1. რომაული აკვედუკი

<sup>5</sup> Engineering. Definition, History, Functions, & Facts | Britannica (eng.). [www.britannica.com](http://www.britannica.com)





სურ.2. რომის კოლიზეუმი



სურ. 3. ათენის პართენონი



სურ. 4. ჩინეთის დიდი კედელი

ექვსი კლასიკური მარტივი მექანიზმი იყო ცნობილი ძველ ახლო აღმოსავლეთში. სოლი და დახრილი სიბრტყე ცნობილი იყო პრეისტორიული დროიდან.<sup>6</sup> ბორბალი და ღერძი გამოიგონეს შუმერებმა მეხუთე ათასწლეულში ჩვენ წელთაღრიცხვამდე.<sup>7</sup> ბერკეტი პირველად გამოჩნდა დაახლოებით 5.000 წლის წინ ახლო აღმოსავლეთში, სადაც მას იყენებდნენ სასწორებში და ძველი ეგვიპტელები იყენებდნენ მას დიდი ობიექტების გადასაადგილებლად.<sup>8</sup> ბერკეტი ასევე გამოიყენებოდა ჩვენს წელთაღრიცხვამდე დაახლოებით 3.000 წელს მესოპოტამიაში. შადუფი თანამედროვე ამწების დიდი ხნის წინამორბედა (სურ.5). მესოპოტამიაში ამ კონსტრუქციის ყველაზე ადრეული მტკიცებულებები თარიღდება ჩვენს წელთაღრიცხვამდე მეორე ათასწლეულის დასაწყისით და ეგვიპტეში XII დინასტიის პერიოდით (1991-1802 წწ. ჩვენ წელთაღრიცხვამდე).<sup>9</sup> ხრახნი უმარტივესი მექანიზმებიდან ბოლო გამოგონებაა,<sup>10</sup> პირველად გამოჩნდა მესოპოტამიაში ასურეთის სამეფოში (911-609 წწ. ჩვენ წელთაღრიცხვამდე).<sup>11</sup> ამ გამოგონებების წყალობით აშენდა ეგვიპტური პირამიდები, მარტივი მექანიზმების გამოყენებით შეიქმნა უზარმაზარი ნაგებობები, როგორცაა მაგალითად ხეოფსის პირამიდა.<sup>12</sup>

პირველ არქიტექტორად და ინჟინრად მიჩნეულია ძველი ეგვიპტის მესამე დინასტიის დამაარსებლის ფარაონ ჯოსერის<sup>13</sup> პირველი მინისტრი, რომელიც ჩვენთვის ცნობილია სახელით იმჰოტეპი<sup>14</sup>. მან დააპროექტა და ხელმძღვანელობდა ჯოსერის პირამიდის მშენებლობას საკარაში (ეგვიპტე) დაახლოებით ჩვენ წელთაღრიცხვამდე 2630-2611 წლებში.<sup>15</sup> ეს იყო პირველი პირამიდა ძველ ეგვიპტეში. გიზას პირამიდებისგან განსხვავებით, ეს პირამიდა იყო საფეხურებიანი. ასევე შესაძლოა იმჰოტეპმა პირველმა გამოიყენა სვეტები არქიტექტურაში.<sup>16</sup>

<sup>6</sup> Moorey, Peter Roger Stuart. Ancient Mesopotamian Materials and Industries: The Archaeological Evidence. Eisenbrauns, 1999. ISBN 9781575060422

<sup>7</sup> D.T. Potts. A Companion to the Archaeology of the Ancient Near East. 2012. P. 285.

<sup>8</sup> Clarke, Somers. Ancient Egyptian Construction and Architecture /Somers Clarke, Reginald Engelbach. Courier Corporation, 1990. P. 86–90. ISBN 9780486264851.

<sup>9</sup> Arnold, Dieter. Building in Egypt: Pharaonic Stone Masonry. Oxford University Press, 1991. P. 71. ISBN 9780195113747.

<sup>10</sup> Woods, Michael. Ancient Machines: From Wedges to Waterwheels / Michael Woods, Mary B. Woods. USA : Twenty-First Century Books, 2000. P. 58.

<sup>11</sup> Moorey, Peter Roger Stuart. Ancient Mesopotamian Materials and Industries: The Archaeological Evidence. Eisenbrauns, 1999. P. 4. ISBN 9781575060422.

<sup>12</sup> Wood, Michael. Ancient Machines: From Grunts to Graffiti. Minneapolis, MN : Runestone Press, 2000. P. 35, 36. ISBN 0-8225-2996-3.

<sup>13</sup> Engineering. Definition, History, Functions, & Facts | Britannica (eng.). [www.britannica.com](http://www.britannica.com)

<sup>14</sup> <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BC%D1%85%D0%BE%D1%82%D0%B5%D0%BF>

<sup>15</sup> Kemp, Barry J. Ancient Egypt: Anatomy of a Civilisation. Routledge, May 7, 2007. P. 159. ISBN 9781134563883.

<sup>16</sup> Baker, Rosalie. Ancient Egyptians: People of the Pyramids / Rosalie Baker, Charles Baker. Oxford University Press, 2001. P. 23. ISBN 978-0195122213.





სურ.5. შადღუვი



სურ. 6 ჩიგირი

ქუშიტების სამეფოში ჩვენ წელთაღრიცხვამდე IV საუკუნეში მოიგონეს საკია ან ჩიგირი (სურ. 6): წყლის ამწევი მექანიზმი, რომელსაც ამოძრავებს კუნთის ძალა.

დადგა წყლის შენახვის და მიწების მორწყვის საკითხი და ჰაფირში(ძველი ეგვიპტე) აშენდა წყალსაცავები. ამავდროულად გამოჩნდნენ პირველი მესანგრეებიც; თავდაპირველად, საალყე იარაღისა და ასაფეთქებელი ნივთიერებების არარსებობის გამო, ისინი მხოლოდ სამხედრო გზებისა და ბანაკების მშენებლობით იყვნენ დაკავებული, როგორებიცაა მაგალითად, კედლების ქვეშ გვირაბების გათხრა, მდინარის კალაპოტების შეცვლა და სხვა სახის საინჟინრო ღონისძიებები. ქუშიტების წინაპრებმა, რომლებიც ცხოვრობდნენ ჩვენ წელთაღრიცხვამდე 3700 და 3250 წწ-ში, შეძლეს შენობების გამოკვეთა კლდეებში. ნაბათელებმა ააშენეს პეტრა (სურ. 7) რამდენიმე ათასი წლის შემდეგ.<sup>17</sup> ქუშიტებმა იცოდნენ ლითონების დნობის სხვადასხვა ტიპის ღუმელების ტექნოლოგია.<sup>18,19,20</sup>



სურ.7. პეტრას კომპლექსი

<sup>17</sup> Bianchi, Robert Steven. *Daily Life of the Nubians*. Greenwood Publishing Group, 2004. P. 227. ISBN 978-0-313-32501-4.

<sup>18</sup> Humphris, Jane; Charlton, Michael F.; Keen, Jake; Sauder, Lee; Alshishani, Fareed (2018). "Iron Smelting in Sudan: Experimental Archaeology at The Royal City of Meroe". *Journal of Field Archaeology*. 43 (5): 399. doi:10.1080/00934690.2018.1479085. ISSN 0093-4690

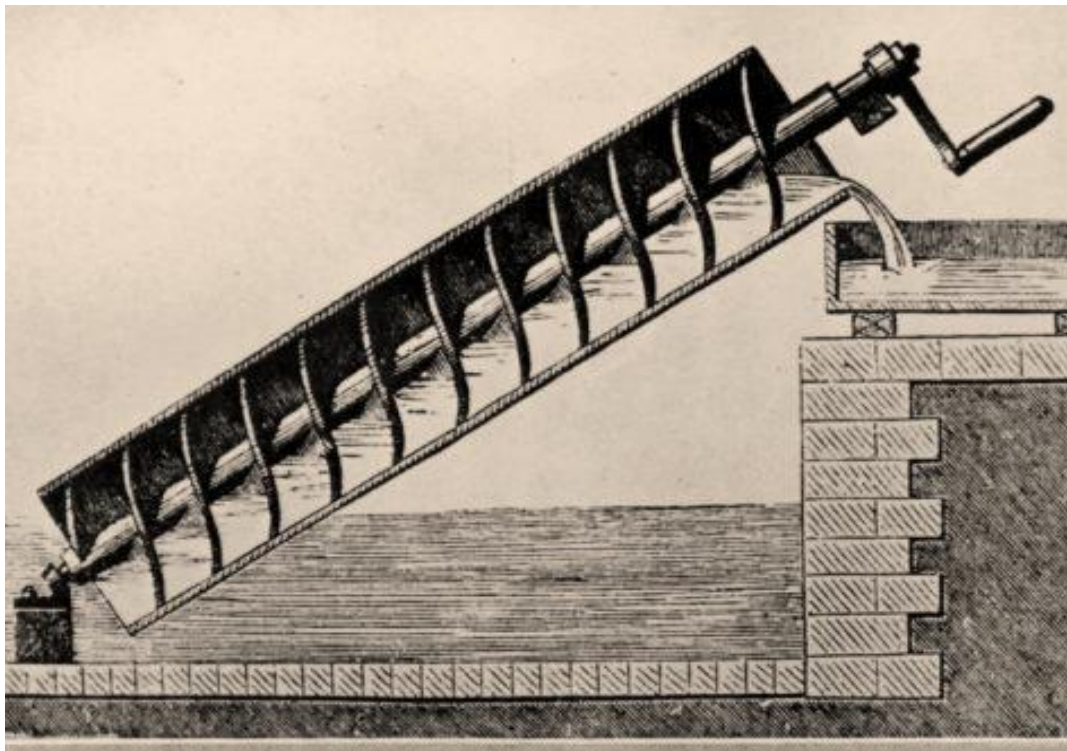
<sup>19</sup> Collins, Robert O. *A History of Sub-Saharan Africa* / Robert O. Collins, James M. Burns. Cambridge University Press, 8 February 2007. ISBN 9780521867467.

<sup>20</sup> Edwards, David N. *The Nubian Past: An Archaeology of the Sudan*. Taylor & Francis, 29 July 2004. ISBN 9780203482766.



ადრეული მანქანები, რომლებსაც წყალი ამოძრავებდა - წყლის ბორბალი და წყლის წისქვილი - პირველად აქემენიდთა იმპერიაში ჩვენს წელთაღრიცხვამდე IV საუკუნის დასაწყისში გამოჩნდნენ.

ძველმა ბერძნებმა შექმნეს მანქანები როგორც მშვიდობიანი, ასევე სამხედრო საჭიროებისთვის. მათი დამსახურებაა ანტიკიტერული მექანიზმის შექმნა - ერთ-ერთი პირველი მექანიკური კომპიუტერი,<sup>21</sup> რომელიც შექმნეს ჩვენს წელთაღრიცხვამდე II საუკუნეში. ანტიკიტერას მექანიზმი გამოიყენებოდა ციური სხეულების მოძრაობის გამოსათვლელად და შესაძლებელი გახდა 42 სხვადასხვა ასტრონომიული მოვლენის თარიღის გარკვევა. ეს მიღწევა სავარაუდოდ ეკუთვნის ასტრონომს და მათემატიკოს ჰიპარქე ნიკეელს. ცნობილი ფილოსოფოსი არქიმედე არა მხოლოდ ნაყოფიერად ეწეოდა თეორიულ კვლევებს, არამედ მან შექმნა რამდენიმე მექანიზმი, მაგალითად როგორცაა არქიმედეს ხრახნი, რომელიც გამოიყენებოდა ტუმბოს დანიშნულებით (სურ. 8).



სურ.8. არქიმედეს ხრახნი

არქიმედეს ოპტიკაზე მუშაობას უკავშირდება ლეგენდა, სირაკუზის ალყის დროს, ჩაზნექილი სარკეების მეშვეობით, მზის სხივებით რომაული ფლოტის დაწვის შესახებ.<sup>22</sup> არქიმედეს გამოგონებები, ისევე როგორც ანტიკიტერული მექანიზმი, მოით-

<sup>21</sup>[https://ru.m.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:NAMA\\_Machine\\_d%27Anticyth%C3%A8re\\_1.jpg](https://ru.m.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:NAMA_Machine_d%27Anticyth%C3%A8re_1.jpg)

<sup>22</sup> Wright, M T. (2005). "Epicyclic Gearing and the Antikythera Mechanism, part 2". *Antiquarian Horology*. 29 (1 (September 2005)): 54-60.

ხოვდა დიფერენციალური და პლანეტარული გადაცემის მოქმედების პრინციპების გაგებას. თანამედროვე მექანიზმები, რომლებიც ფართოდ გამოიყენება მრავალ მანქანაში, აგებულია ამ მნიშვნელოვან მექანიზმებზე. მათ გარეშე შეუძლებელი იქნებოდა ინდუსტრიული რევოლუციის დაწყება და თანამედროვე სამყაროს გაჩენა. მექანიკოსი და მათემატიკოსი ჰერონ ალექსანდრიელი,<sup>23</sup> რომელიც ცხოვრობდა ჩვენი წელთაღრიცხვით I საუკუნის მეორე ნახევარში, იყო უდიდესი ინჟინერი მთელ ისტორიაში, რომლის გამოგონებები, როგორებიცაა ორთქლის ტურბინა, სწრაფი სროლის თვითდამტენი არბალეტი, სხვადასხვა ავტომატები და პირველი ოდომეტრი, სულ მცირე ათასწლეულით უსწრებდა თავის ეპოქას.

ინჟინერიის, როგორც საქმიანობის განსაკუთრებულ სახეობად განხილვის პირველ მცდელობად შეიძლება ჩაითვალოს ძველი რომაელი არქიტექტორის ვიტრუვიუსის ნაშრომი „ათი წიგნი არქიტექტურაზე“ (ლათ. *De architectura libri decem*) (სურ.9).<sup>24</sup> იგი აკეთებს პირველ მცდელობებს აღწეროს ინჟინრის საქმიანობის პროცესი.

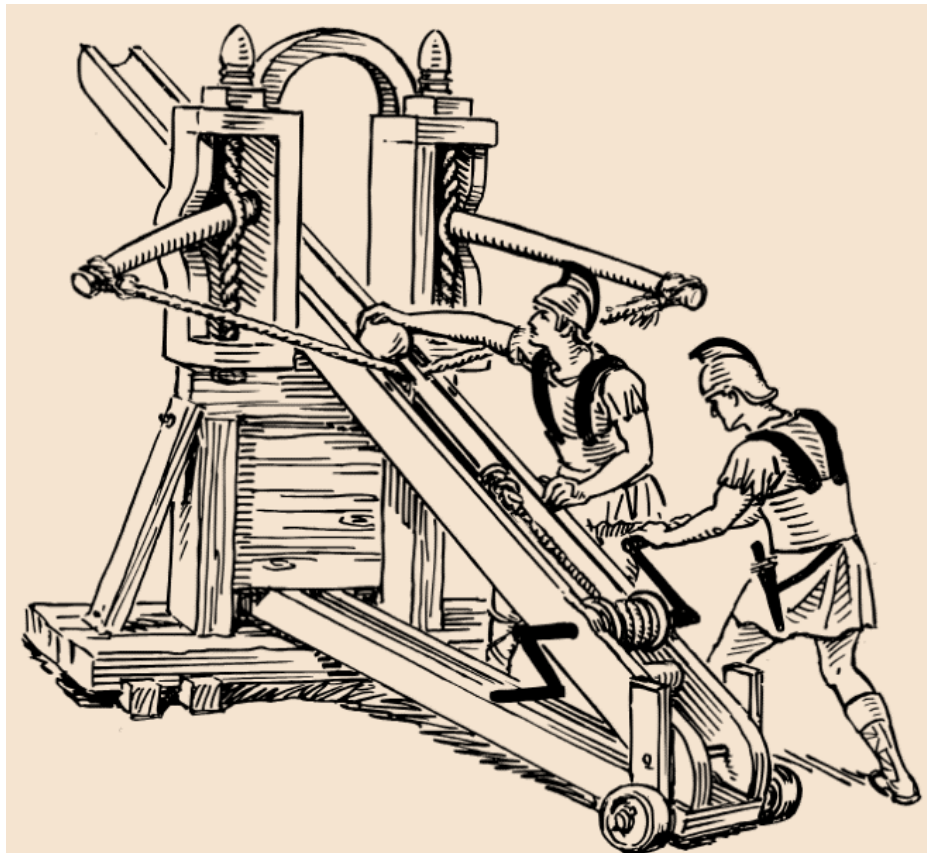


სურ. 9. ძველი რომაელი არქიტექტორი მარკუს ვიტრუვიუს პოლიო

<sup>23</sup> <https://alchetron.com/Hero-of-Alexandria>

<sup>24</sup> [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D1%81%D1%8F%D1%82%D1%8C\\_%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3\\_%D0%BE%D0%B1\\_%D0%B0%D1%80%D1%85%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B5](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D1%81%D1%8F%D1%82%D1%8C_%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3_%D0%BE%D0%B1_%D0%B0%D1%80%D1%85%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B5)





სურ.10. ბერძნული ბალისტა

ვიტრუვიუსი ყურადღებას ამახვილებს ინჟინრისთვის ისეთ მნიშვნელოვან მეთოდებზე, როგორცაა „მსჯელობა“ და „გამოგონება“ და აღნიშნავს მომავალი კონსტრუქციული მონახაზის შექმნის აუცილებლობას. თუმცა, ვიტრუვიუსი თავის აღწერილობებში, უმეტესწილად, პრაქტიკულ გამოცდილებას ეყრდნობა. ძველ დროში კონსტრუქციების თეორია ჯერ კიდევ განვითარების დასაწყისში იყო. ჩინეთის, რომაული და ბერძნული ჯარები იყენებდნენ სხვადასხვა სახის სამხედრო მანქანებს: სხვადასხვა ტიპის ბალისტებს (სურ.10), კატაპულტებს და ონაგრებს. მოგვიანებით, შუა საუკუნეებში შეიქმნა ტრეზუმეტი ციხესიმაგრეებისათვის ალყის შემორტყმის საჭიროებისთვის. ჩვენი წელთა აღრიცხვის 132 წ. ჩინელმა მოაზროვნემ ჯან ხენგმა გამოიგონა პირველი სეისმოსკოპი. ეს იყო მიღწევა, რომელსაც მსოფლიოში ვერავინ გაიმეორებს მომდევნო 1100 წლის განმავლობაში. ჩვენი ეპოქის მიჯნაზე, ხანის იმპერიის ფილოსოფოსმა ჰუანგ ტანმა თავის ტრაქტატში „სინლუნშმა“<sup>25</sup> პირველად ისტორიაში, აღწერა წყლის ბორბლის მეშვეობით მომუშავე მექანიკური ჩაქუჩი. ეს იყო ჰიდრავლიკური მოწყობილობის ერთ-ერთი პირველი აღწერა. ამ ჩაქუჩს იყენებდნენ მარცვლეულის დასამსხვრევად და გასაშლელად.<sup>26</sup>

<sup>25</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Huan\\_Tan](https://en.wikipedia.org/wiki/Huan_Tan)

<sup>26</sup> Lucas, Adam (2006), *Wind, Water, Work: Ancient and Medieval Milling Technology*, Brill Publishers, p. 65, ISBN 90-04-14649-0.



შუა საუკუნეებში ადამიანებმა შეძლეს ქარის ძალის გამოყენება. ქარის წისქვილი და ქარის ტუმბო მე-9 საუკუნეში გამოჩნდა აბასიანთა სახალიფოში, რომელიც მაშინ იმყოფებოდა თავისი განვითარების ოქროს ხანაში.<sup>27,28,29,30</sup> მოგვიანებით ქარის წისქვილები ფართოდ გავრცელდა მთელს ევრაზიაში. პირველი სამრეწველო ორთქლის ძრავა იყო დომკრატი (სიმძიმის დაბალ სიმაღლეზე აწევის მექანიზმი), რომელსაც ამოძრავებდა ორთქლის ტურბინა. იგი მუშაობდა ოსმალეთის იმპერიის ეგვიპტურ ვილაიეთში ჯერ კიდევ 1551 წელს. ამას აღნიშნავს იმ ეპოქის მოგზაური ტაკიუდინ აშ შამი.<sup>31</sup> „კოტონ ჯინი“ (ინგლისურად: cotton gin - შემოკლებით cotton engine - ბამბის მანქანა), ბამბის ბოჭკოების თესლის ნარჩენებისაგან გამწმენდი დანადგარი, გამოიგონეს ინდოეთში ჩვენი წელთაღრიცხვის მე-6 საუკუნეში.<sup>32</sup> იქ, აგრეთვე, ცოტა მოგვიანებით გამოიგონეს სართავი ჯარა. ორივე ამ გამოგონებამ მნიშვნელოვანი როლი ითამაშა ტექსტილის მრეწველობის განვითარებაში, რომელმაც ჩაუყარა საფუძველი ინდუსტრიული რევოლუციის დასაწყისს. მე-18 საუკუნეში ხელის სართავი ჯარა შეცვალა მექანიკურმა, რომელიც გამოიგონა ჯეიმს ჰარგრისმა 1765 წელს.

პროგრამირებადი მოწყობილობების შექმნა ყველაზე ადრეულად ჯერ კიდევ ჰერონ ალექსანდრიელმა დაიწყო.<sup>33</sup> მათი განვითარება გაგრძელდა მუსლიმურ ახლო აღმოსავლეთში. თავიდან მანქანებს იყენებდნენ არა წარმოებაში, არამედ გასართობად, მაგალითად, მუსიკის დასაკრავად. ასეთი მუსიკალური მანქანის ყველაზე ადრეული ტიპი იყო სეკვენსერი. პირველი სეკვენსერი იყო ავტომატური ფლეიტის დამკვრელი, რომელიც გამოიგონეს არაბმა ძმებმა ბანუმ და მუსამ<sup>34</sup> და აღწერილია მე-9 საუკუნით დათარიღებულ მათ წიგნში „გონივრული მოწყობილობების წიგნი“. 1206 წელს არაბი მეცნიერი ალ-ჯაზარი აწყო პროგრამირებად მუსიკალურ მოწყობილობებს.<sup>35</sup>

<sup>27</sup> Eldridge, Frank. Wind Machines. 2nd. New York : Litton Educational Publishing, Inc., 1980. P. 15. ISBN 0-442-26134-9.

<sup>28</sup> hepherd, William. Electricity Generation Using Wind Power. 1. Singapore : World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2011. P. 4. ISBN 978-981-4304-13-9. Taqi al-Din and the First Steam Turbine, 1551 A.D. Архивировано 18 февраля 2008 года., web page, accessed on line 23 October 2009; this web page refers to Ahmad Y Hassan (1976), Taqi al-Din and Arabic Mechanical Engineering, pp. 34-5, Institute for the History of Arabic Science, University of Aleppo.

<sup>29</sup> Ahmad Y. Hassan (1976), Taqi al-Din and Arabic Mechanical Engineering, p. 34-35, Institute for the History of Arabic Science, University of Aleppo

<sup>30</sup> Lakwete, Angela. Inventing the Cotton Gin: Machine and Myth in Antebellum America. The Johns Hopkins University Press, 2003. P. 1-6. ISBN 9780801873942

<sup>31</sup> Smith, C. Wayne. Cotton: Origin, History, Technology, and Production / C. Wayne Smith, J. Tom Cothren. John Wiley & Sons, 1999. Vol. 4. P. viii. «"The first improvement in spinning technology was the spinning wheel, which was invented in India between 500 and 1000 A.D."». — ISBN 978-0471180456

<sup>32</sup> Ahmad Y. Hassan (1976), Taqi al-Din and Arabic Mechanical Engineering, p. 34-35, Institute for the History of Arabic Science, University of Aleppo

<sup>33</sup><https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%BD>

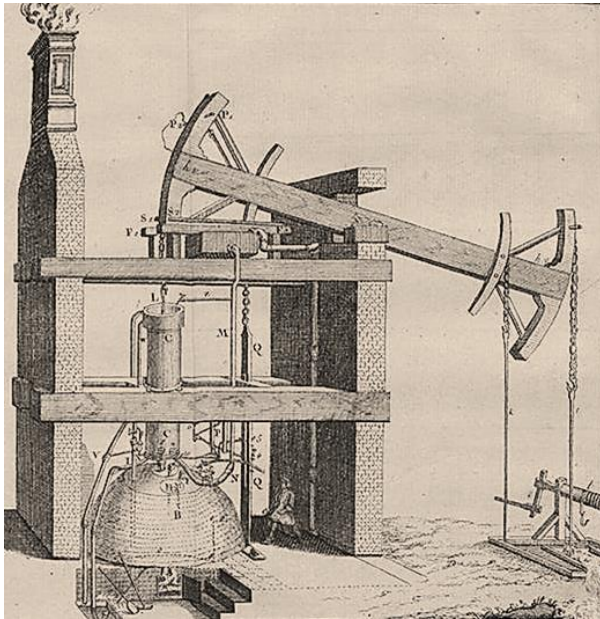
<sup>34</sup>[https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D0%BD%D1%83\\_%D0%9C%D1%83%D1%81%D0%B0](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D0%BD%D1%83_%D0%9C%D1%83%D1%81%D0%B0)

<sup>35</sup><https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BB%D1%8C-%D0%94%D0%B6%D0%B0%D0%B7%D0%B0%D1%80%D0%B8>



სურ. 11 ადრეული ჩინური რაკეტამეთოდები.

მან დატოვა ოთხი მუსიკალური მოწყობილობის აღწერა, მათ შორის მექანიკური დოლზე დამკვრელი, რომელიც იმართებოდა პროგრამირებადი დოლზე დაკვრის აპარატით და შეიძლებოდა დაყენებულიყო დოლის დაკვრის სხვადასხვა რიტმებისა და მელოდიების დასაძლევად. ჰიდრავლიკური მართვის მექანიკური ასტრონომიული საათი, რომელიც გამოიგონა ალ-ჯაზარიმ, იყო პირველი პროგრამირებადი ანალოგიური კომპიუტერი. 50-ზე მეტი გენიალური მექანიკური მოწყობილობის გარდა, ალ-ჯაზარიმ ასევე გააუმჯობესა გადაცემათა კოლოფი, მექანიკური რეგულატორები, საათისებური გამშვები და წარმოების მეთოდები.



სურ. 12. თომას ნიუკომენის ორთქლის ძრავა

ჩვენი წელთაღრიცხვის პირველ ათასწლეულის დასაწყისში ჩინეთში გამოიგონეს დენთი, რომლის გამოყენება მალევე დაიწყო სამხედრო საქმეში. დენთის ფოიერვერკებმა (სურ.11), რომლებიც გამოიყენებოდა საზოგადოების გასართობად დღესასწაულებზე და ფესტივალებზე, წარმოშვა პირველი სამხედრო რაკეტები. მე-11 საუკუნის სამხედრო ტრაქტატში „უცინ ცუნიაოში“<sup>36</sup> მოხსენიებულია მრავალი სამხედრო მანქანა, რომელიც ემსახურებოდა სუნის იმპერიის არმიას, ამ მანქანებს შორის არის დენთის იარაღიც. ქვემეხები, რომლებიც გამოიყენებოდა ცეცხლმოკიდებული დენთის ენერგიით ჭურვების სწრაფად

სასროლად, შეიქმნა მე-12 საუკუნეში ჩინეთში და რამდენიმე საუკუნის განმავლობაში რადიკალურად შეცვალეს ომის სახე.

ინგლისელმა თომას სევერიმ 1698 წელს გამოიგონა ორთქლით მოძუშავე წყლის ტუმბო მადაროებიდან წყლის ამოტუმბვისთვის. 1712 წელს თომას ნიუკომენის (სურ. 12) მიერ, ფრანგი მკვლევარის დენის პაპინის დიზაინის საფუძველზე, კიდევ ერთი ტუმბო შეიქმნა.

მე-XIX და მე-XX საუკუნეები იყო გრანდიოზული სოციალური გარდაქმნების დრო, რაც შეუძლებელი იქნებოდა მეცნიერებისა და ინჟინერიის მიღწევების გარეშე. მე-19 საუკუნესთან დაკავშირებულია ელექტროტექნიკის „გამოჩენა“. ამ საუკუნის დასაწყისში ელექტროენერჯის თეორიულმა კვლევამ, რომელსაც აწარმოებდნენ ალესანდრო ვოლტა, ანდრე-მარი ამპერი, მაიკლ ფარადეი, გეორგ ომი და სხვა მკვლევარები, განაპირობა ელექტროტელეგრაფის, 1872 წელს ელექტროძრავის, 1870-იან წლებში ტელეფონის და 1880-იან წლებში ელექტრული ტრამვაის გამოგონება. ამ ახალი ინდუსტრიის ლიდერები იყვნენ შვედური შტატები და გერმანიის იმპერია. მაგალითად, ფრენსის რონალდს შეიძლება ეწოდოს პირველი ელექტროინჟინერი. მან 1816 წელს შექმნა პირველი მოქმედი ელექტრო ტელეგრაფის სისტემა და აღწერა თავისი ხედვა იმის შესახებ, თუ როგორ შეიძლება სამყარო გარდაიქმნას ელექტროენერჯის მეშვეობით. მე-XIX საუკუნის ბოლოს ჯეიმს მაქსველისა და ჰაინრიხ ჰერცის ნამუშევრებმა ბიძგი მისცეს ელექტრონიკას. XIX საუკუნის ბოლოს რადიოს შექმნა იყო ინჟინერიის

<sup>36</sup>[https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D1%86%D0%B7%D0%B8%D0%BD\\_%D1%86%D0%B7%D1%83%D0%BD%D1%8A%D1%8F%D0%BE](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D1%86%D0%B7%D0%B8%D0%BD_%D1%86%D0%B7%D1%83%D0%BD%D1%8A%D1%8F%D0%BE)



ახალი მიმართულების პირველი მიღწევა. ელექტრონული ლამფის და ტრანზისტორის გვიანდელმა გამოგონებებმა იმდენად დააჩქარა ელექტრონიკის განვითარება, რომ ინჟინერ-ელექტროტექნიკოსები და ელექტრონიკის მცოდნე სპეციალისტები ახლა აჭარბებენ სხვა სპეციალობის სპეციალისტებს ნებისმიერ დარგში.

მექანიკის ინჟინერია და ქიმიური ტექნოლოგია შეიქნა სხვა დარგებზე შედარებით ადრე, მაგრამ მისი აქტიურად განვითარება დაიწყო მე-19 საუკუნეში. სამრეწველო წარმოება მოითხოვდა ახალ მასალებს და ახალ ტექნოლოგიურ პროცესებს და 1880-იანი წლებისთვის განვითარებული ეკონომიკა მოითხოვდა ქიმიური ნივთიერებების დიდ რაოდენობას, რამაც ბიძგი მისცა ქიმიური მრეწველობის სახით ახალი ინდუსტრიის გამოჩენას, რომელიც მიმართული იყო ქიმიკატების ფართომასშტაბიან წარმოებაზე. ამ ახალ ვითარებაში ინჟინერ-ქიმიკოსის როლი გამოიხატება ქიმიური საწარმოების შექმნაში.

### დასკვნა

ინჟინერიის განვითარების ეტაპების განხილვიდან იკვეთება ამ სფეროს როლი ცივილიზაციის განვითარებაში. ინჟინერიამ გაიარა საკმაოდ რთული ეტაპები. მისი ევოლუცია დაკავშირებული იყო ადამიანის მოთხოვნებთან და შესაბამისად იგი ცივილიზაციის განვითარების ერთ-ერთი ძირითად ძალად იქცა.

### ბიბლიოგრაფია

- Engineering. Definition, History, Functions, & Facts | Britannica (eng.). [www.britannica.com](http://www.britannica.com)
- Moorey, Peter Roger Stuart. *Ancient Mesopotamian Materials and Industries: The Archaeological Evidence*. Eisenbrauns, 1999. ISBN 9781575060422.
- D.T. Potts. *A Companion to the Archaeology of the Ancient Near East*. 2012. P. 285.
- Paipetis, S. A. *The Genius of Archimedes -23 Centuries of Influence on Mathematics, Science and Engineering: Proceedings of an International Conference held at Syracuse, Italy, June 8-10, 2010* / S. A. Paipetis, Marco Ceccarelli. Springer Science & Business Media, 2010. P. 416. ISBN 9789048190911.
- Clarke, Somers. *Ancient Egyptian Construction and Architecture* /Somers Clarke, Reginald Engelbach. Courier Corporation, 1990. P. 86–90. ISBN 9780486264851.
- Faiella, Graham. *The Technology of Mesopotamia*. The Rosen Publishing Group, 2006. P. 27. ISBN 9781404205604.
- Moorey, Peter Roger Stuart. *Ancient Mesopotamian Materials and Industries: The Archaeological Evidence*. Eisenbrauns, 1999. P. 4. ISBN 9781575060422.
- Arnold, Dieter. *Building in Egypt: Pharaonic Stone Masonry*. Oxford University Press, 1991. P. 71. ISBN 9780195113747.
- Woods, Michael. *Ancient Machines: From Wedges to Waterwheels* / Michael Woods, Mary B. Woods. USA : Twenty-First Century Books, 2000. P. 58.

- Wood, Michael. *Ancient Machines: From Grunts to Graffiti*. Minneapolis, MN : Runestone Press, 2000. P. 35, 36. ISBN 0-8225-2996-3.
- Kemp, Barry J. *Ancient Egypt: Anatomy of a Civilisation*. Routledge, May 7, 2007. P. 159. ISBN 9781134563883.
- Baker, Rosalie. *Ancient Egyptians: People of the Pyramids* / Rosalie Baker, Charles Baker. Oxford University Press, 2001. P. 23. ISBN 978-0195122213.
- G. Mokhtar. *Ancient civilizations of Africa*. Unesco. International Scientific Committee for the Drafting of a General History of Africa, 1981-01-01. P. 309. ISBN 9780435948054.
- Bianchi, Robert Steven. *Daily Life of the Nubians*. Greenwood Publishing Group, 2004. P. 227. ISBN 978-0-313-32501-4.
- Humphris, Jane; Charlton, Michael F.; Keen, Jake; Sauder, Lee; Alshishani, Fareed (2018). "Iron Smelting in Sudan: Experimental Archaeology at The Royal City of Meroe". *Journal of Field Archaeology*. 43 (5): 399. doi:10.1080/00934690.2018.1479085. ISSN 0093-4690
- ollins, Robert O. *A History of Sub-Saharan Africa* / Robert O. Collins, James M. Burns. Cambridge University Press, 8 February 2007. ISBN 9780521867467.
- Edwards, David N. *The Nubian Past: An Archaeology of the Sudan*. Taylor & Francis, 29 July 2004. ISBN 9780203482766.
- Selin, Helaine. *Encyclopaedia of the History of Science, Technology, and Medicine in Non-Western Cultures*. Springer Science & Business Media, 2013. P. 282. ISBN 9789401714167.
- Wright, M T. (2005). "Epicyclic Gearing and the Antikythera Mechanism, part 2". *Antiquarian Horology*. 29 (1 (September 2005)): 54-60.
- Lucas, Adam (2006), *Wind, Water, Work: Ancient and Medieval Milling Technology*, Brill Publishers, p. 65, ISBN 90-04-14649-0.
- Eldridge, Frank. *Wind Machines*. 2nd. New York : Litton Educational Publishing, Inc., 1980. P. 15. ISBN 0-442-26134-9.
- hepherd, William. *Electricity Generation Using Wind Power*. 1. Singapore : World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2011. P. 4. ISBN 978-981-4304-13-9. Taqi al-Din and the First Steam Turbine, 1551 A.D. Архивировано 18 февраля 2008 года., web page, accessed on line 23 October 2009; this web page refers to Ahmad Y Hassan (1976), Taqi al-Din and Arabic Mechanical Engineering, pp. 34-5, Institute for the History of Arabic Science, University of Aleppo.
- Ahmad Y. Hassan (1976), Taqi al-Din and Arabic Mechanical Engineering, p. 34-35, Institute for the History of Arabic Science, University of Aleppo
- Lakwete, Angela. *Inventing the Cotton Gin: Machine and Myth in Antebellum America*. The Johns Hopkins University Press, 2003. P. 1–6. ISBN 9780801873942.
- Smith, C. Wayne. *Cotton: Origin, History, Technology, and Production* / C. Wayne Smith, J. Tom Cothren. John Wiley & Sons, 1999. Vol. 4. P. viii. «"The first improvement in spinning technology was the spinning wheel, which was invented in India between 500 and 1000 A.D."». — ISBN 978-0471180456