



DOI: 10.15593/2224-9826/2021.2.05

УДК 001.89

## ВОПРОСЫ МЕТОДОЛОГИИ В ИСТОРИИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ НАУК ФУНДАМЕНТОСТРОЕНИЯ С ДРЕВНЕЙШИХ ВРЕМЕН ДО НАЧАЛА XVII В.

**Е.А. Шаламова**

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, Россия

### О СТАТЬЕ

Получена: 13 января 2021  
Принята: 23 апреля 2021  
Опубликована: 13 июля 2021

#### Ключевые слова:

методология науки, наука фундаментостроения, историческое образование, научные знания, основания и фундаменты, древние сооружения.

### АННОТАЦИЯ

Статья посвящена вопросам методологии истории возникновения и развития знаний в области фундаментостроения с древнейших времен до начала XVII в. Высказывается мысль, что для полноценного формирования общекультурных и профессиональных компетенций выпускников высшего образования по специальности 08.03.01 «Строительство» требуется выстраивать сравнительно более глубокие историко-теоретические связи в вопросах методологии истории фундаментостроения.

Объектом исследования является история наук фундаментостроения.

Цель данной работы – проанализировать историю возникновения и развития наук фундаментостроения в «горизонтальном срезе» научной периодизации на этапе преднауки в рамках вопросов методологии.

Метод исследования – системно-исторический.

В процессе исследования рассмотрены конструкции фундаментов отдельных известных памятников архитектуры, возведенных в период хронологии всемирной истории с начала эпохи первобытного общества до начала Нового времени. Проанализирована роль в современных вопросах методологии разделов научных трудов эпох Античности, Средневековья и Ренессанса, посвященных устройству оснований и фундаментов. Сделаны выводы о рациональности расширения хронологических границ при изучении вопросов истории возникновения и развития наук фундаментостроения с целью формирования у студентов специальности 08.03.01 «Строительство» теоретических познаний, отвечающих требованиям современных профессиональных стандартов.

© ПНИПУ

## METHODOLOGICAL ISSUES IN THE HISTORY OF ORIGIN AND DEVELOPMENT OF THE FOUNDATION ENGINEERING FROM ANCIENT TIMES TO THE BEGINNING OF THE XVII CENTURY

E.A. Shalamova

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

---

### ARTICLE INFO

Received: 13 January 2021

Accepted: 21 April 2021

Published: 13 July 2021

#### Keywords:

methodology of science, foundation engineering, history education, scientific knowledge, soils and foundations, ancient structures.

### ABSTRACT

The article is devoted to the methodology of the history of the emergence and development of knowledge in the field of foundation building from ancient times to the beginning of the XVII century. It is suggested that for the full-fledged formation of general cultural and professional competencies of graduates of higher education in the specialty 08.03.01 «Construction», it is necessary to build relatively deeper historical and theoretical connections in the methodology of the history of foundation construction.

The object of the research is the history of the foundation building sciences.

The purpose of this work is to analyze the history of the emergence and development of the foundation sciences in the «horizontal cross-section» of scientific periodization at the stage of pre-science within the framework of methodological issues.

The research method is system-historical.

Results of the research: during the research, the structures of the foundations of individual famous architectural monuments erected during the chronology of world history from the beginning of the primitive society age to the beginning of the New Time are considered. The role of sections of scientific works of the epochs of Antiquity, the Middle Ages and the Renaissance devoted to the structure of foundations and foundations in modern issues of methodology is analyzed. Conclusions are drawn about the rationality of expanding the chronological boundaries in the study of the history of the emergence and development of the sciences of foundation construction to form students of the specialty 08.03.01 «Construction» theoretical knowledge that meets the requirements of modern professional standards.

© PNRPU

---

## Введение

Современные профессиональные стандарты подготовки дипломированных специалистов диктуют определенные требования к общекультурным и профессиональным компетенциям выпускников специальности 08.03.01 «Строительство», выражающиеся в новых запросах общества к их профессиональным знаниям и умениям. В условиях наступившей эпохи постнеклассической науки любую единицу научного знания принято рассматривать в обширной системе знания, в том числе в историческом контексте [1]. Можно предположить, что достижение целей и задач, поставленных компетентностной моделью специалистов строительной отрасли, возможно путем создания глубоких историко-теоретических связей в вопросах методологии строительных наук. Анализ учебно-методических материалов российских вузов, ориентированных на студентов, обучающихся по специальности 08.03.01 «Строительство», показывает, что одними из наименее исследованных с точки зрения исторического подхода являются науки фундаментостроения. Традиционно изучение вопросов, вписывающихся в границы этой области знаний, начинают с рассмотрения этапа, связанного с рождением математических теорий расчета конструкций на заре промышленной революции в Западной Европе XVIII в [2, 3]. Причина, по которой большинство ученых игнорирует в своих работах историю возникновения и развития наук фундаментостроения на этапе преднауки, заключается, во-первых, в отсутствии до недавнего времени соответствующих технологий исследования подземных конструкций древних зданий

и сооружений. Во-вторых, до перехода к современному постнеклассическому этапу развития науки с ее синергетической моделью, в вопросах методологии такого большого значения, как сейчас, исторический подход не имел [1]. Однако строительство является самой древней инженерной специальностью [4], и формирование на современном уровне полноценного познавательного процесса методов построения знаний и форм прогнозирования результатов деятельности в области фундаментостроения кажется уже невозможным без включения в хронологические границы периода преднауки.

Объектом исследования является история наук фундаментостроения.

Цель данной работы – проанализировать историю возникновения и развития наук фундаментостроения в «горизонтальном срезе» научной периодизации на этапе преднауки в рамках вопросов методологии.

## Основная часть

В работе реализован междисциплинарный подход, основанный на методе системно-исторического анализа. В контексте современной картины мира происходит формирование новых научных направлений. Одним из них является инженерная археология, область знаний которой связана с комплексным исследованием исторических зданий и сооружений в их гидрогеологической среде [5]. Кроме того, стремительный технологический прогресс последних лет привел к появлению инновационных методов неразрушающей археологической диагностики [6, 7]. В результате, сегодня ученым-исследователям доступна ранее неизвестная информация о существовавших подходах к устройству оснований и фундаментов в рамках различных исторических эпох.

Анализ археологических памятников первобытного общества свидетельствуют о развитии навыков строительства различных типов фундаментов еще в эпоху каменного века. В частности, еще в 1934 г. на территории современного Кипра был найден протогород Хирокития (Khirokitia), датируемый VII–IV тыс. до н.э. [8]. Раскопки этого неолитического поселения показали, что древние жилища возводились на фундаментах мелкого заложения, выполненных из крупных булыжников местных пород, уложенных насухо; основанием служили песчаные грунты (рис. 1).

К эпохе неолита относятся и остатки деревянных свай, периодически обнаруживаемых с середины XIX в. в странах альпийского региона: Швейцарии, Австрии, Словении, Германии, Франции и Италии. Только во время земляных работ 1854 г. на дне Цюрихского озера (Швейцария) на участке 500×80 м было найдено около 40 тыс. свай, расположенных рядами на расстоянии около 25 см друг от друга. Сваи изготавливали из разных пород древесины: бука, дуба, березы или ели, диаметром 11–12 см и длиной 1,5–2 м. Концы свай предварительно обтесывали или обжигали с целью придать заостренную форму [9]. Данные археологические памятники свидетельствуют об умении народов, населявших Европу еще в эпоху каменного и бронзового веков, строить поселки на сваях – палафиты (итал. *palafitta*).

Бронзовый век был ознаменован расцветом ранних городских культур в долинах великих рек (Нила, Тигра и Евфрата, Инда и Хуанхэ), а вместе с тем усложнением форм монументальной архитектуры и увеличением массы сооружаемых объектов. Во II тыс. до н.э. наступил расцвет месопотамской культуры, самым большим городом которой в свое время являлся г. Вавилон, занимавший площадь около 400 га [10]. Главной городской доминантой древнего г. Вавилона был семиступенчатый зиккурат Этеменанки («Дом основания

неба и земли»), позднее упоминаемый в Библии как Вавилонская башня. Высота зиккурата составляла примерно 90 м, а ширина первого яруса равнялась 91,5 м. Сооруженный из сырцового кирпича как единый монолит, Этеменанки, вероятно, так же, как и знаменитые вавилонские ворота, был облицован глазурованным кирпичом на битумном растворе. Очевидно, что огромный вес подобного сооружения требовал особого подхода к устройству фундамента. Несмотря на тесную связь строительных процессов с религиозными культурами в древнем Вавилоне, зодчие успешно решали вопрос обеспечения надежности при строительстве культовых сооружений и дворцов путем устройства искусственного основания из необожженного кирпича на битумном связующем [10]. Отметим, что недавние исследования подобного битумного связующего древней глиняной кладки в г. Ниппур – также одного из важнейших городов древней Месопотамии, показали высокие прочностные и гидроизоляционные свойства [11]. Таким образом, можно судить о том, что в эпоху бронзового века накопленный опыт строителей месопотамской культуры позволял им справляться со сложными задачами по устройству фундаментов под массивные сооружения.



Рис. 1. Фрагменты сохранившихся фундаментов неолитических жилищ древней Хирокитии, Кипр [8]

Fig. 1. Fragments of preserved foundations of Neolithic dwellings of ancient Chirokitia, Cyprus [8]

Однако история Древнего мира способна продемонстрировать нам и факты существенного недостатка знаний в области фундаментостроения, имеющих у строителей той исторической эпохи. Одним из таких примеров можно считать строительство в XXVII в. до н.э. в южном Дахшуре египетской пирамиды, предположительно возведенной в период царствования фараона Снофру. Отличительной чертой этой пирамиды являются «ломаные» грани, изменившие свой первоначальный угол с 55 градусов на 43 (рис. 2).

Согласно исследованиям 60–70-х гг. XX в. итальянских археологов Вито Мараджольо (Vito Maragioglio) и Челесте Ринальди (Celeste Rinaldi) причиной измененного угла наклона граней «ломаной» пирамиды стала недостаточная несущая способность основания, а именно неучтенные при строительстве солончаки. Уменьшение угла позволило строителям Древнего Египта сократить конечный вес сооружения почти на 400 тыс. т и тем самым спасти от потери устойчивости культовое сооружение Древнего царства.



Рис. 2. «Ломаная» пирамида в Дахшуре, Египет [8]  
Fig. 2. The "broken" pyramid in Dahshur, Egypt [8]

Рассматривая историю становления наук фундаментостроения, нельзя не обратить внимания на Грецию и Рим античной эпохи с их необычайно развитой техникой строительства. Греческие ученые внесли большой вклад в становление строительного искусства, подарив миру статику, механику, геометрию и математику. Принципы устройства фундаментов Древней Греции во многом были определены ее природными ресурсами. В силу истощения лесных ресурсов Древней Греции еще в конце VII в. до н.э., основным материалом в устройстве как надземных конструкций, так и фундаментов был природный камень.

Фундаменты античных греческих построек относятся к фундаментам мелкого заложения. Согласно археологическим исследованиям под стенами индивидуальных жилых домов устраивали фундаменты из рядов грубо обтесанных блоков бута, туфа, известняка, конгломерата или застывшей лавы. Причем швы тщательно не подгоняли, а кладочный раствор или железные скрепы не использовали. Городские стены греческих полисов возводились на искусственном основании из слоев золы и глины или из известки и крупного песка. Фундаменты храмовых сооружений Древней Греции представляли собой кладку насухо уложенных каменных блоков (квадров), часто выполненных из более мягких пород (туфа или известняка), чем надземные конструкции. Археологами отмечены случаи, когда в основание фундаментов дополнительно укладывали широкие каменные плиты, вырезанные из отбракованных элементов для надземной части сооружения. Каменные блоки фундаментов древнегреческих храмов преимущественно клали без раствора и без установки дополнительных связей в виде металлических скреп. Исключением являлись постройки особо масштабных храмов (например, Храма Артемиды в Магнесии-на-Меандре, построенного в конце III в. до н.э.), где верхний ряд кладки фундамента соединяли скрепами и шипами с первым рядом кладки несущих стен. Верхний ряд плит фундамента, выступающий выше уровня земли, древние греки называли эпейтинтерии [12].

Зодчие античной эпохи стремились возвести фундаменты под каждым несущим элементом конструкции – стенами и рядами колонн, заполняя промежутки засыпкой из земли и щебня. Также археологические исследования свидетельствуют и распространенности другой системы устройства фундаментов, представлявшей собой в плане сетку с прямоугольными ячейками.

Необходимо отметить конструктивные особенности фундаментов древнегреческих складов – арсеналов и зернохранилищ. В частности, раскопки Пергамского акрополя пока-

зали, что фундаменты подобных строений представляют собой ряды поперечных стенок внутри контура наружных стен, имеющих между собой промежутки шириной от 0,40 до 1,10 м [12] с целью обеспечения необходимой циркуляции воздуха (рис. 3).

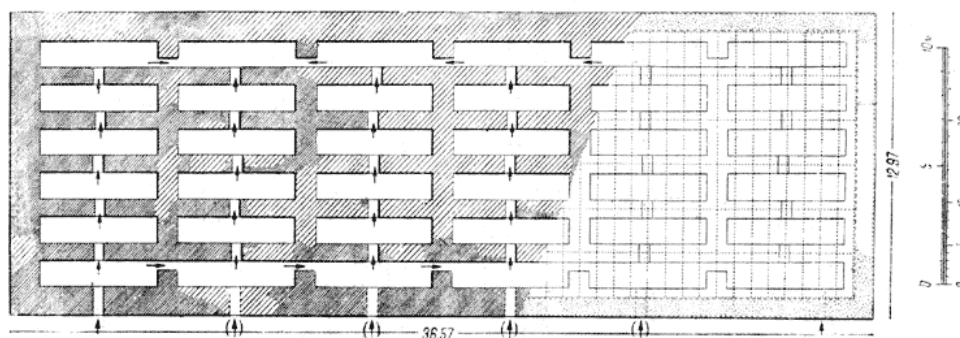


Рис. 3. Схема фундамента арсенала Пергамского акрополя, Турция [12]  
Fig. 3. Foundation diagram of the arsenal of the Acropolis of Pergamon, Turkey [12]

Строительное искусство Римской империи во многом наследовало знания и опыт греческих и этрусских мастеров. Однако в противовес греческой архитектуре, несмотря на всю свою пышность и монументальность, римская архитектура концентрировалась на утилитарных функциях и была нацелена прежде всего на удовлетворение практических нужд населения.

Безусловно, одними из главных достижений Древнего Рима является усовершенствование этрусской технологии изготовления бетона и внедрение его в производство строительных работ по устройству различных конструкций. С конца I в. н.э. применение бетона в фундаментных работах начинает приобретать массовый характер для всего древнеримского государства, а состав бетона и технология его приготовления впервые в истории стандартизируются [8].

Судить о строительной технике античного периода нам позволяют не только сохранившиеся до наших дней археологические памятники, но и единственный дошедший до нас трактат об архитектуре – «Десять книг об архитектуре», написанный в I в. до н.э. римским архитектором, военным инженером Марком Витрувием Паллионом. В своем труде Витрувий представил обобщенный опыт римского и греческого строительных ремесел, уделив внимание комплексу вопросов, связанных как с инженерно-техническими, так и с художественными аспектами античного зодчества. Восьмая глава VI книги «Десяти книг об архитектуре» содержит информацию по устройству фундаментов. Витрувий пишет: «Особенное же внимание должно быть обращено на фундаменты, потому что земляная засыпка может причинить им безмерный вред: она ведь не может всегда сохранять одинаковый вес, обычный для нее летом, но в зимнее время, впитав в себя обилие дождевой воды, она и своим весом и своим объемом разрушает и распирает каменную кладку фундамента», тем самым свидетельствуя о наличии понимания у зодчих античности такого свойства грунтов, как морозное пучение. Также в IV главе третьей книги, посвященной строительству храмов, автор указывает, что «для фундаментов этих построек надо копать канаву до материка, если можно до него дойти, да и в самом материке, на глубину, соответствующую объему возводимой постройки, и выводить по всему дну самую основательную кладку» и «если же нельзя дорыться до материка и земля на месте будет до самой глубины наносной или болотистой, то надо это место выкопать, опорожнить и забить оль-

ховыми, или масличными, или дубовыми обожженными сваями и вбить их машинами как можно теснее, а промежутки между ними завалить углем, после чего выложить как можно более основательный фундамент» [15]. Таким образом, подтверждается тот факт, что древнегреческие и древнеримские зодчие стремились располагать свои сооружения на скальных грунтах, осознавая опасность слабых оснований.

Еще одним источником античной литературы, затрагивающим вопросы строительства, является «Свод механики» Фелиона Византийского, дошедший до наших дней лишь частично. Этот обширный труд, датируемый примерно III в. до н.э., представлял собой энциклопедию военно-строительной механики из 9 книг [16]. Важность свода Фелиона Византийского заключается, во-первых, в том, что это фактически первый в истории научный труд по строительной механике, а во-вторых, именно Фелион является одним из первых ученых, обративших внимание на осадку грунта основания. В «Своде механики» Фелион предупреждает об опасности оседания почвы под весом башен крепостных стен и рекомендует не соединять их между собой жестко [17].

Многочисленные археологические исследования памятников зодчества Древнего Рима свидетельствуют о том, что на начальных этапах становления древнеримской цивилизации фундаменты выполняли преимущественно из тесанных известняковых блоков, укладываемых насухо. Позже стал преобладать метод устройства фундаментов из камней неправильной формы (бутовая, полигональная и циклопическая кладка) с заполнением пространства песком, глиной или известковым раствором [17]. И только в I в. до н.э. позицию основного материала в фундаментных работах занял бетон, послуживший основой прогрессивных методов древнеримского фундаментостроения вплоть до IV в.

Эпоха Средневековья, ознаменованная прежде всего зарождением феодального уклада, характеризуется с точки зрения развития строительной техники тенденцией к упадку, проявившейся в сворачивании монументального строительства на несколько веков во многих европейских странах. После переноса в 330 г. столицы Римской империи в Константинополь, а затем распада на Восточную и Западную империи с последующим скорым угасанием последней, масштабные строительные работы велись преимущественно только в новой столице. Начиная с V в. в г. Константинополе возводили мощные оборонительные стены, мосты, дороги и укрепленные гавани, опираясь при этом на обширный античный опыт. Главным памятником византийской архитектуры стал храм Святой Софии. Строительство началось в 532 г. по приказу императора Юстиниана I на месте старого храма. К работам по проектированию и возведению купольной базилики, которая должна была превзойти своим архитектурным обликом и конструктивным решением знаменитый римский Пантеон, были привлечены зодчие – математики Исидор из Милет и Анфимий из Тралл. Надо отметить, что храм возводился на грунте, имеющем неоднородную структуру. С целью решить эту проблему архитекторами было принято решение устроить в подземной части сеть сводов, покрытых слоем бетона толщиной 6,7 м. Полученное при этом подвальное помещение в дальнейшем использовали в качестве хранилища воды. Несмотря на то что в 557 г. в результате сильного землетрясения обрушилась восточная часть купола, основная часть конструкций базилики Святой Софии устояла, что может свидетельствовать о достаточно высоком качестве как строительных работ в целом, так и устройства фундамента в частности.

Фундаменты византийских построек устраивались из обожженного кирпича или местного камня. Как и в Древней Греции, зодчие стремились возводить постройки на скальном

основании. Археологические раскопки останков византийских церквей показывают, что порой ступенчатые основания вырубали в скале, а затем дополняли кладкой с целью создать ровную платформу.

Применение дерева при изучении византийских фундаментов отмечается редко. Однако у ученых есть основания полагать, что усиление фундаментов деревянными балками было распространенным явлением в строительной технике Византийской империи. В частности, при раскопках основания церкви Е в Сардах была обнаружена система деревянных балок, связанных железными костылями и покрытых раствором [18].

Для Древней Руси также характерно применение дерева при устройстве оснований и фундаментов. Результаты археологических раскопок дают сведения о том, что большинство памятников русской архитектуры конца X – второй половины XI в. имеют ленточные фундаменты с деревянной субструкцией из лежней, укрепленной деревянными клиньями [19]. Также известно, что фундаментами древнерусских жилых домов IX в. являлись уложенные в основание бревна. До середины XIX в. в русских руководствах по строительному ремеслу отмечалось, что «лежни составляют у нас самый употребительнейший способ укрепления деревом подошвы строений». При этом рекомендовалось укладывать три параллельных лежня при ширине фундамента около 1 м, заполняя пространство утрамбованным камнем и щебнем [19].

Применение камня в строительстве Древней Руси началось только в XI в., что, в свою очередь, проявилось и в конструкциях фундаментов зданий и сооружений. Так, при раскопках древней рязанской церкви, датируемой концом XII в., установлено, что для устройства ее фундамента были вырыты траншеи глубиной 1,7 м и шириной от 2,45 до 3 м. Часть фундамента этой церкви представляет собой кладку из белого камня на известковом растворе, причем камни для верхнего ряда подобраны меньшего размера и залиты известковым раствором до такой степени, что образовано подобие монолитной фундаментной ленты [18]. Однако для устройства фундаментов древнерусских фортификационных сооружений, представлявших собой земляные валы и оборонительные ограды, долгое время применяли конструкции из бревен.

Исследования археологического раскопа одного из древнерусских оборонительных валов, отнесенного к IX–XI вв., показали фундамент из дубовых бревен диаметром 30–40 см, собранных в клетки размерами 4×5 м и высотой 4 м каждая с заполнением смесью из глины и камней [18]. Подобную конструкцию, называемую ряжами, применяли при устройстве фундаментов мостов. Ряжи также представляли собой клетки, но снабженные днищем. По мере нагружения ряжа камнем, последний опускался на дно водоема, занимая проектное положение. Надо отметить, что данный принцип устройства фундаментов применялся в России довольно долго. В частности, фундамент Петропавловской крепости Петровской эпохи был устроен также ряжами.

Основным письменным источником знаний в области фундаментостроения для европейских зодчих эпохи Средневековья оставался труд Витрувия, многие постулаты которого были продублированы в энциклопедии «О вселенной», составленной в начале IX в. настоятелем Фульдского монастыря Рабаном Мавром. В XIII в. библиотекарем и советником французского короля Людовика IX, доминиканским монахом Винцентом де Бове было написано «Великое зеркало». Основанный почти на 2000 источниках, принадлежащих 450 авторам девяти национальностей, этот капитальный энциклопедический труд представлял собой 83 книги, соединенные в три тома: «Зерцало природное», «Зерцало научное» и «Зерцало



историческое». Строительным вопросам были посвящены 12 глав девятой книги «Зерцала научного». Отметим, что в своем труде Винцент классифицирует песок по трем видам: овражный (горный), речной и морской. В качестве методов его испытания он называет пробы на скрипение в горсти и на загрязнение белой ткани [20].

В эпоху Средневековья при строительстве надземных конструкций бетон римского типа, но более низкого качества, применялся в ряде европейских стран в качестве забутки стен до X–XII вв. Позднее бетон стали использовать исключительно для устройства фундаментов, видоизменив его форму до погруженного в раствор бута.

Ренессанс (или эпоха Возрождения) начался в истории человечества фактически с падения Византийской империи в 1453 г., послужившего толчком к процессу активного проникновения в Европу забытых традиций античной культуры. В этот период внимание зодчих вновь привлек труд римского архитектора, военного инженера Витрувия. В 1430–1450 гг. под впечатлением от древнеримского трактата итальянский архитектор-практик, ученый Леон Баттиста Альберти создает собственный научный труд под названием «Десять книг о зодчестве». Имея серьезный практический опыт в строительном деле, Альберти в своем трактате уделяет внимание не только вопросам теории архитектуры, но и вопросам технической стороны возведения зданий и сооружений. Исследуя памятники античности и их сохранившиеся фундаменты, Альберти пишет, что «почти всякое здание начинает оседать только по причине ослабления одного из углов» и что «все обрушивающиеся от ветхости здания начинали оседать с южной стороны» подобно тому, как «листья каждой осенью опадают сначала с той стороны дерева, которая обращена к Австру и на юг» [21]. Третья книга трактата целиком посвящена строительным работам, включающим разделы о фундаментостроении. В ней Альберти рассказывает: «О том, что основание не есть часть постройки. Какая почва более пригодна для будущего здания. О том, что основания должны быть намечаемы линиями. По каким признакам познается крепость грунта. О том, что местности бывают различного рода и оттого ни одной не следует доверяться сразу, не выкопав сначала клоак или цистерн и колодцев; и о том, что в болотистых местах должны быть забиваемы до самого своего верха опрокинутые обожженные колья и сваи не очень тяжелыми молотками, но частыми ударами».

Следуя примеру Л.Б. Альберти, свой вклад в развитие теоретической базы строительного искусства в эпоху Возрождения внесли итальянские архитекторы Себастьяно Серлио, написавший серию книг под названием «Общие правила архитектуры» (1584 г.), Джакома Бароцци да Виньола с трактатом «Правило пяти ордеров архитектуры» (1562 г.) и Андреа Палладио, создавший «Четыре книги об архитектуре» (1570 г.) [8].

Будучи одним из выдающихся архитекторов-практиков позднего Возрождения, Палладио уделил особое внимание вопросам фундаментостроения в своем научном труде, посвятив отдельные главы в первой книге качествам почв и фундаментам. Палладио пишет: «...из всех ошибок, происходящих на постройке, наиболее пагубны те, которые касаются фундамента, так как они влекут за собой гибель всего здания и исправляются только с величайшим трудом, почему архитектор и должен посвятить этому предмету все свое внимание, ибо в иных местах фундаменты даются самой природой, а в других приходится прибегать к искусству», «...если природного фундамента не окажется, тогда необходимо создать его искусственно либо в твердой почве, либо на гравии, либо на песке, либо в разрыхленной земле, либо в мягкой и болотистой», «изучение окрестных мест также много поможет при определении крепости и устойчивости почвы» [22].

Говоря об эпохе Ренессанса, нельзя не упомянуть о великом мастере своего времени, ученом-изыскателе, инженере Леонардо да Винчи. Гений да Винчи коснулся различных сфер науки и не оставил в стороне вопросы, важные как для строительного искусства в целом, так и для фундаментостроения в частности. Леонардо да Винчи интересовался механикой, называя ее «раем математических наук», и одним из первых начал экспериментально изучать прочность строительных материалов. Вероятно, именно да Винчи принадлежит самая первая попытка применить статику к определению сопротивления строительных материалов [2].

Являясь одним из важнейших периодов в западной истории, эпоха Возрождения подарила миру новое восприятие, послужившее предпосылкой перехода к новому экспериментально-математическому естествознанию, к эпохе классической механики и новой философии. Все это, в свою очередь, стало причиной Научной революции XVII в., а исследования таких прославленных ученых, как Николай Коперник, Андреас Везалий, Френсис Бэкон, Галилео Галилей, Иоганн Кеплер и Рене Декарт, привели к становлению классической науки.

## **Заключение**

В рамках данной работы был прослежен различный практический опыт устройства фундаментов на примере некоторых сооружений древности в «горизонтальном срезе» научной периодизации на этапе преднауки. Проанализирована роль в современных вопросах методологии разделов научных трудов эпох Античности, Средневековья и Ренессанса, посвященных устройству оснований и фундаментов.

Акцентируя внимание на том, что на современном этапе развития инженерных наук большое значение приобретает связь теоретического и исторического подхода, а также учитывая результаты проведенного исследования, можно сделать вывод о рациональности расширения хронологических границ при изучении вопросов истории возникновения и развития наук фундаментостроения с целью формирования у студентов специальности 08.03.01 «Строительство» теоретических познаний, отвечающих требованиям современных профессиональных стандартов.

## **Библиографический список**

1. Лебедев С.А. Три эпистемологических парадигмы: классическая, неклассическая и постнеклассическая [Электронный ресурс] // Вестник МГОУ. Серия: Философские науки. – 2019. – № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tri-epistemologicheskikh-paradigmy-klassicheskaya-neklassicheskaya-i-postneklassicheskaya> (дата обращения: 30.03.2021).
2. Тимошенко С.П. История науки о сопротивлении материалов: С краткими сведениями об истории теории упругости и теории сооружений: пер. с англ. В.И. Контовта; под ред. А.Н. Митинского. – 2-е изд., стер. – М.: КомКнига, 2006. – 536 с.
3. Пьянков С.А., Азизов З.К. Механика грунтов: учеб. пособие / Ульянов. гос. техн. ун-т. – Ульяновск: УлГТУ, 2014. – 169 с.
4. Gindis E.J., Kaebisch R.C. Spotlight on: civil engineering // Up and Running with AutoCAD 2021. – Academic Press. – 2021. – P. 317–319. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823117-3.02008-9>
5. Косыгин Е.В. Инженерная археология и исследования причин деформационных процессов недвижимых памятников архитектуры и истории // Методические рекоменда-

ции по экологическому мониторингу недвижимых объектов культурного наследия / Институт наследия. – М., 2001. – С. 32–53.

6. Airborne and spaceborne remote sensing for archaeological and cultural heritage applications: A review of the century (1907–2017) / L. Luo, X. Wang, H. Guo [et al.] // *Remote Sensing of Environment*. – 2019. – Vol. 232. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.111280>

7. Application of non-invasive geophysical methods (GPR and ERT) to locate the ancient foundations of the first cathedral of Puebla, Mexico. A case study / J. Ortega-Ramírez, M. Bano, M.T. Cordero-Arce [et al.] // *Journal of Applied Geophysics*. – 2020. – Vol. 174. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jappgeo.2020.103958>

8. Шаламова Е.А. История науки и производства в области строительства: учеб. пособие: в 2 ч. Ч. 1: С древнейших времен до XVII века [Электронный ресурс]. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2019. – 318 с. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

9. Мышковский Я.И. Жилища разных эпох: Вчера, сегодня, завтра. – М.: Стройиздат, 1975. – 215 с.

10. Станькова Я., Пехар И. Тысячелетнее развитие архитектуры / пер. с чеш. В.К. Иванова; под ред. В.Л. Глазычева. – 2-е изд. – М.: Стройиздат, 1987. – 296 с.

11. Al-Sibahy A., Edwards R. Characterization of the clay masonry units and construction technique at the ancient city of Nippur // *Engineering Structures*. – 2017. – Vol. 147. – P. 517–529. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2017.06.017>

12. Рокан М.К. Особенности храмовой архитектуры города Ур в Новшумерский период (II тысячелетие до н.э.) [Электронный ресурс] // Вестник Удмуртского университета. Серия «История и филология». – 2017. – № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-hramovoy-arhitektury-goroda-ur-v-novshumerskiy-period-ii-tysyacheletie-do-n-e> (дата обращения: 30.03.2021).

13. Эллинистическая техника: сб. статей / под ред. акад. И.И. Толстого; Академия наук СССР. – М.; Л.: Б. и., 1948. – 367 с.

14. Михайлова М.Б. Всеобщая история архитектуры / под ред. Б.П. Михайлова. – М.: Стройиздат, 1973.

15. Витрувий Десять книг об архитектуре / пер. с лат. Ф.А. Петровского. – СПб.: Азбука, Азбука – Аттикус, 2017. – 320 с.

16. Михайлов Б.П. Витрувий и Эллада: Основы античной теории архитектуры. – М.: Издательство литературы по строительству, 1967. – 280 с.

17. Оустерхаут Р. Византийские строители / пер. Л.А. Беяева. – Киев; М.: Корвин Пресс, 2005. – 332 с.

18. История строительной техники / Н.А. Смирнов, Б.Д. Васильев, В.Ф. Иванов [и др.]; под ред. В.Ф. Иванова. – Л.: Госстройиздат, 1962. – 560 с.

19. Раппопорт П.А. Строительное производство Древней Руси X–XIII вв. – СПб.: Наука, 1994. – 160 с.

20. Всеобщая история архитектуры в 12 томах / Гос. ком. по гражданскому строительству и архитектуре при Госстрое СССР, Науч.-исслед. ин-т теории, истории и перспективных проблем советской архитектуры. – Л.; М.: Изд-во литературы по строительству, 1966–1977.

21. Зубов В.П. Архитектурная теория Альберти. – СПб.: Алетейя, 2001. – 464 с.

22. Палладио Андреа Четыре книги об архитектуре, в коих, после краткого трактата о пяти ордерах и наставлений наиболее необходимых для строительства, трактуется о частных домах, дорогах, мостах, площадях, кситах и храмах / пер. И.В. Желтовского. – М.: Архитектура – С, 2006. – 352 с.

## References

1. Lebedev S.A. Tri èpistemologicheskikh paradigmy: klassicheskaya, neklassicheskaya i postneklassicheskaya [Three epistemological paradigms: classical, non-classical, and post-non-classical]. *Vestnik MGOU. Filosofskie nauki*, 2019, no. 2, available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/tri-epistemologicheskikh-paradigmy-klassicheskaya-neklassicheskaya-i-postneklassicheskaya> (accessed 30 March 2021).
2. Timoshenko S.P. Istoriia nauki o soprotivlenii materialov: S kratkimi svedeniami ob istorii teorii uprugosti i teorii sooruzhenii [History of the science of the resistance of materials: With brief information on the history of the theory of elasticity and the theory of structures]. 2nd ed. Ed. A.N. Mitinsky. Moscow, KomKniga, 2006, 536 p.
3. P'iankov S.A., Azizov Z.K. Mekhanika gruntov [Soil mechanics]. Ulianovsk, Ul'ianovskii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet, 2014, 169 p.
4. Gindis E.J., Kaebisch R.C. Spotlight on: civil engineering. Up and Running with AutoCAD 2021. *Academic Press*, 2021, pp. 317–319. DOI: 10.1016/B978-0-12-823117-3.02008-9.
5. Kosygin E.V. Inzhenernaia arkhologiiia i issledovaniia prichin deformatsionnykh protsessov nedvizhimykh pamiatnikov arkhitektury i istorii. Metodicheskie rekomendatsii po èkologicheskomu monitoringu nedvizhimykh ob"ektov kul'turnogo naslediiia [Engineering archeology and research of the causes of deformation processes of immovable monuments of architecture and history. Methodological recommendations for environmental monitoring of immovable cultural heritage objects]. *Institut naslediiia*. Moscow, 2001, pp. 32–53.
6. Luo L., Wang X., Guo H. et al. Airborne and spaceborne remote sensing for archaeological and cultural heritage applications: A review of the century (1907–2017). *Remote Sensing of Environment*, 2019, vol. 232. DOI: 10.1016/j.rse.2019.111280.
7. Ortega-Ramírez J., Bano M., Cordero-Arce M.T. et al. Application of non-invasive geophysical methods (GPR and ERT) to locate the ancient foundations of the first cathedral of Puebla, Mexico. A case study. *Journal of Applied Geophysics*, 2020, vol. 174. DOI: 10.1016/j.jappgeo.2020.103958.
8. Shalamova E.A. Istoriia nauki i proizvodstva v oblasti stroitel'stva. Part 1: S drevneishikh vremen do XVII veka [History of science and production in the field of construction. Part 1: From ancient times to the XVII century]. Perm, Permskii natsional'nyi issledovatel'skii politekhnicheskii universitet, 2019, 318 p.
9. Myshkovskii IA.I. ZHilishcha raznykh èpokh: Vchera, segodnia, zavtra [Dwellings of different eras: Yesterday, today, tomorrow]. Moscow, Stroizdat, 1975, 215 p.
10. Stan'kova Ia., Pekhar I. Tysiacheletnee razvitie arkhitektury [Millennial development of architecture]. Ed. V.L. Glazycheva, 2nd ed., Moscow, Stroizdat, 1987, 296 p.
11. Al-Sibahy A., Edwards R. Characterization of the clay masonry units and construction technique at the ancient city of Nippur. *Engineering Structures*, 2017, vol. 147, pp. 517–529. DOI: 10.1016/j.engstruct.2017.06.017.
12. Rokan M.K. Osobennosti khramovoï arkhitektury goroda Ur v Novoshumerskii period (II tysiacheletie do n.è.) [Features of the temple architecture of the city of Ur in the New Sumerian period (II millennium BC) ]. *Vestnik Udmurtskogo universiteta*, 2017, no. 1, available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-hramovoy-arhitektury-goroda-ur-v-novoshumerskiy-period-ii-tysyacheletie-do-n-e> (accessed 30 March 2021).
13. Èllinisticheskaya tekhnika [Hellenistic technique]. Ed. I.I. Tolstoi. Akademiia nauk USSR, Moscow, 1948, 367 p.

14. Mikhaïlova M.B. Vseobshchaia istoriia arkhitektury [General History of Architecture]. Ed. B.P. Mikhaïlov. Moscow, Stroïizdat, 1973.
15. Vitruvii Desiat' knig ob arkhitekture [Ten books about Architecture]. Saint Petersburg, Azbuka, Azbuka – Attikus, 2017, 320 p.
16. Mikhaïlov B.P. Vitruvii i Èllada: Osnovy antichnoï teorii arkhitektury [Vitruvius and Hellas: The Foundations of the Ancient Theory of Architecture]. Moscow, Izdatel'stvo literatury po stroitel'stvu, 1967, 280 p.
17. Ousterkhaut R. Vizantiïskie stroiteli [Byzantine Builders]. Kiev, Moscow, Korvin Press, 2005, 332 p.
18. Smirnov N.A., Vasil'ev B.D., Ivanov V.F. et al. Istoriia stroitel'noï tekhniki [History of construction equipment]. Ed. V.F. Ivanova, Leningrad, Gosstroïizdat, 1962, 560 p.
19. Rappoport P.A. Stroitel'noe proizvodstvo Drevnei Rusi X–XIII vv. [Construction production of Ancient Russia X–XIII centuries]. Saint Petersburg, Nauka, 1994, 160 p.
20. Vseobshchaia istoriia arkhitektury v 12 tomakh [Universal history of architecture in 12 volumes]. Leningrad; Moscow, Izdatel'stvo literatury po stroitel'stvu, 1966–1977.
21. Zubov V.P. Arkhitekturnaia teoriia Al'berti [Alberti's Architectural Theory]. Saint Petersburg, Aleteïia, 2001, 464 p.
22. Palladio Andrea CHetyre knigi ob arkhitekture, v koikh, posle kratkogo traktata o piati orderakh i nastavlenii naibolee neobkhodimykh dlia stroitel'stva, traktuetsia o chastnykh domakh, dorogakh, mostakh, ploshchadiakh, ksistakh i khramakh [Four books on architecture, in which, after a brief treatise on the five orders and instructions most necessary for construction, it treats of private houses, roads, bridges, squares, xistas, and temples]. Moscow, Arkhitektura – S, 2006, 352 p.