

МОДУЛЬ 1. ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ

Лекция 1.1

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Стандарт ОП определяет основные термины, обозначения сокращения и устанавливает их англоязычные аналоги, используемые в международных документах по высшему образованию.

Основная образовательная программа, ООП (*Higher Education Programme*) - совокупность учебно-методической документации, регламентирующей цели, ожидаемые результаты, содержание и реализацию образовательного процесса по данному направлению, уровню и профилю подготовки специалистов с высшим профессиональным образованием.

Уровень ООП (*Cycle*) - характеристика, определяющая степень (квалификацию) выпускника (бакалавр, магистр, специалист), его подготовленность к профессиональной деятельности определенного вида по совокупности приобретаемых компетенций в результате освоения программы.

Направление подготовки (*Discipline*) - совокупность образовательных программ для профессиональной подготовки бакалавров, магистров и специалистов различных профилей, интегрируемых на основе общей фундаментальной подготовки.

Профиль (*Profile*) - совокупность основных типичных черт профессии (направления подготовки), определяющих конкретную направленность образовательной программы и ее содержание.

Вид профессиональной деятельности (*Kind of Professional Activity*) - методы, способы, приемы, характер воздействия на объект профессиональной деятельности с целью его изменения и преобразования.

Объект профессиональной деятельности (*Object of Professional Activity*) - системы, предметы, явления, процессы, на которые направлено воздействие.

Область профессиональной деятельности (*Area of Professional Activity*) - совокупность объектов профессиональной деятельности в их научном, социальном, экономическом и производственном проявлении.

Цели ООП (*Programme Objectives*) - компетенции, приобретаемые выпускниками данного профиля, уровня и направления через некоторое время (3-5 лет) после окончания программы (могут достигаться не всеми выпускниками).

Результаты обучения (*Learning Outcomes*) - профессиональные и универсальные (общекультурные) компетенции, приобретаемые выпускниками к моменту окончания программы данного профиля, уровня и направления (достигаются всеми выпускниками).

Компетенция (*Competence*) - готовность (мотивация и личностные качества) проявить способности (знания, умения и опыт) для ведения успешной профессиональной или иной деятельности в определенных условиях (проблема и ресурсы).

Составляющие результатов обучения (*Learning Outcome Components*) - знания, умения и опыт их применения на практике.

Знания (*Knowledge*) - результат усвоения (ассимиляции) информации через обучение, который определяется набором фактов, принципов, теорий и практик, соответствующих области рабочей или учебной деятельности. Знания могут быть теоретическими и (или) фактическими.

Умения (*Skills*) - подтвержденные (продемонстрированные) способности применять знания для решения задач или проблем. Умения могут быть когнитивными (применение логического, интуитивного, творческого мышления) и практическими (навыки использования методик, материалов, механизмов, инструментов). Когнитивные умения - результат формирования методологической культуры выпускника в процессе образования. Методологическая культура формируется в результате овладения методом -знанием, организованным как средство познания и деятельности.

Опыт (*Experience*) - устойчивые (многократно подтвержденные) умения успешно решать проблемы в области профессиональной или иной деятельности. Приобретение опыта связано с абилитацией (фр. «*habile*» -искусный, ловкий, умелый) выпускника - получением им соответствующей квалификации.

Концепция (*Concept*) **ООП** - основная идея программы, отражающая ее направленность, особенность подготовки специалистов, а также уникальность компетенций выпускников.

Качество (*Quality*) **ООП** - сбалансированное соответствие целей программы и результатов обучения запросам студентов как основных потребителей и ожиданиям заинтересованных сторон - государства, потенциальных работодателей и профессионального (в том числе между-народного) сообщества, а также миссии и стратегии вуза.

Модуль (*Module*) - часть образовательной программы или учебной дисциплины, имеющая определенную логическую завершенность по отношению к установленным целям и результатам обучения и воспитания.

Кредит (*Credit*) - интегрированная количественная оценка результатов обучения и,

соответственно, содержания программы (модуля) с учетом объема изучаемого материала, его уровня, значимости и нормативного срока освоения.

Уровень (Level) кредита - дополнительная характеристика результатов обучения, указывающая на сложность и глубину приобретенных знаний, умений, опыта, профессиональных и универсальных (общекультурных) компетенций, а также на степень самостоятельности их применения. Стандарт ООП ТПУ определяет уровень кредита курсом (годом обучения в базовом учебном плане), на котором планируется изучение модуля.

Преквизит (Prerequisite) - модуль (дисциплина), которая должна быть освоена до изучения данного модуля (дисциплины).

Кореквизит (Co-requisite) - модуль (дисциплина), которая должна изучаться одновременно с освоением данного модуля (дисциплины).

ОСОБЕННОСТИ ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И РОЛЬ ИНЖЕНЕРА В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

Зарождение инженерной деятельности, ее сущность и функции

В истории становления и развития производительных сил общества на различных этапах **проблема инженерной деятельности** занимает особое место. Инженерное дело прошло довольно непростой, исторически длительный путь становления. История материальной культуры человечества знает немало примеров удивительного решения уникальных инженерных задач еще на довольно ранних этапах развития человеческого общества. Если мы обратимся к истории создания знаменитых семи чудес света, то убедимся в наличии оригинального решения конкретных инженерных проблем.

Семь чудес света получили свое название во времена античности как сооружения, поражающие своим величием, размерами, красотой, техникой исполнения и оригинальностью решения инженерных проблем. «Профессия» инженера, «представителя инженерного цеха» по праву может отстаивать место на одной ступени пьедестала с Охотником, Врачом, Жрецом.

Вместе с тем история материальной культуры иногда отрицает наличие инженера в обществе древности, а в этой связи и наличия и целенаправленной инженерной деятельности так, как мы понимаем эту деятельность сегодня, как она наполнена в век электричества, электронно-вычислительных машин, спутников, межконтинентальных воздушных лайнеров и ракет. Но некоторое отрицание инженера и инженерной деятельности на ранних ступенях развития общества еще не означает отрица-

ния инженерной деятельности вообще при решении конкретных задач. Она в различных формах существовала в человеческой истории и существовала вполне активно.

Доинженерная деятельность

На заре становления общества *не существовало в явном виде инженерной специальности* (это результат позднейшего общественного разделения труда), ни тем более «инженерного цеха», «касты» или социально-профессиональной группы. Но за многие века, даже тысячелетия до того, как общественный способ производства сделал возможным и необходимым появление инженеров в полном смысле этого слова, перед людьми возникали инженерные задачи и находились индивиды, способные их решать. Ведь человеческая цивилизация основана на преобразовании природного мира с помощью орудий труда, то есть совокупности разнообразных технических средств. *История их создания – одновременно и история инженерной деятельности.*

История инженерной деятельности относительно самостоятельна; ее нельзя свести ни к истории техники, ни к истории науки. Корни ее теряются в глубине прошедших тысячелетий. Зачастую мы можем догадываться, какого упорства и таланта требовал каждый новый шаг в освоении и преобразовании мира, какие творческие коллизии, взлеты и крушения скрыты от нашего взгляда дымкой веков. Данные археологических раскопок позволяют лишь очень приблизительно реконструировать уровень знаний и умений, доступных творцам техники далекого прошлого. Судить об особенностях инженерной деятельности давно ушедших поколений приходится по ее результатам, сохранившимся в природе или хотя бы в описании. И техника может рассказать о своих создателях очень многое.

По своему происхождению именно *техническая деятельность* стала одним на первых видов социальной деятельности. Чтобы выжить, добыть пищу, защитить себя от диких животных, первобытные люди вынуждены были прибегнуть к помощи орудий. Переход к труду, основанному на применении орудий, первых примитивных технических средств, был не-обходим. Все доступные нам факты борьбы рода человеческого за выживание подтверждают, что техническое (технологическое) направление и характер цивилизации являются не случайностью и не ошибкой общественного развития, а единственно возможным его путем.

Характер и содержание технической деятельности на ранних стадиях человеческой истории *менялись крайне медленно*: технические новинки сотни раз находились и сотни раз утрачивались, погибали вместе с их изобретателями.

Шли тысячелетия, и вместе с ними неуклонно шел дальше и дальше технический

прогресс. На границе между верхним и нижним древнекаменным веком (палеолитом), примерно 40–30 тысяч лет назад, завершается преистория человеческого общества и начинается его история. Этот переход совершился во многом благодаря накопленным техническим достижениям. В производственной деятельности человек освоил много новых пород камня, научился изготавливать свыше двадцати видов различных каменных орудий (резцов, сверл, скребков и т. п.). Были созданы гарпун и копьеметалка. Апофеозом инженерной мысли каменного века стал лук. Человек, сообразивший, как использовать потенциальную энергию согнутой палки, натянувшей на нее тетиву из жил животных и заостривший тонкую стрелу, совершил эпохальное техническое открытие.

Широкомасштабное применение лука, вкладышевых орудий, шлифованных топоров, тесел, мотыг, долот и прочих технических достижений неолита подготовило производственную революцию. Сущность так называемой неолитической революции – в переходе от охоты к земледелию и скотоводству.

В период неолита достоянием человечества сделались новые приемы обработки материалов – пиление, шлифование, сверление, появились составные орудия, был приручен огонь. Невозможно представить, что эти элементы материально-технической культуры возникли без целенаправленной умственной работы их создателей. Можно согласиться, что познание, техническое проектирование и организация производства не были расчленены и не существовали вне повседневной рутинной деятельности. Поэтому уже применительно к первобытнообщинному способу производства мы вправе говорить о существовании инженерной деятельности в ее неявной форме. Обозначим ее как *доинженерную деятельность*.

Преинженерный период (с II-I тыс. до н.э. до XVII–XVIII вв. н.э.)

Возникли классы и государство. Ширилась специализация труда. При становлении рабовладельческого способа производства происходит обособление ремесел. Это второе крупное общественное разделение труда порождает ремесленника – человека, занятого главным образом технической деятельностью.

Центром технической (и инженерной) деятельности было строительное дело. Возникновение древних городов, которые становились центрами ремесленного производства, возведение культовых и ирригационных сооружений, мостов, плотин, дорог требовало кооперации труда огромного количества людей.

Очевидно, что «ни одно крупное и сложное сооружение древности не могло быть построено без детально разработанного проекта, требующего обособления целеполагающей

деятельности. В процессе строительства технический замысел (проект) мог быть реализован только на основе совместного труда рабов. Для того чтобы организовать трудовые усилия больших масс низкоквалифицированных работников, подчинить их единой задаче, требовался инженер. *Архитектурное дело и строительство* стали исторически первой областью производства, где возникла потребность в людях специально занятых функциями *проектирования* и *управления* (инженера).

Материально-техническая и духовная культура человечества в эпоху рабовладения достигла такого уровня, что в отдельных ее сферах – строительстве и архитектуре – возникла потребность в профессиональном инженерном труде. Сквозь тысячелетия дошли до нас имена египетского жреца-архитектора Имхотепа (ок.2700 г. до н.э.), китайского гидростроителя Великого Юя (ок.2300 г. до н.э.), древнегреческого зодчего и скульптора Фидия – создателя афинского акрополя Парфенона (V в. до н.э.). Были ли они инженерами? И да, и нет. Ответ на этот вопрос неоднозначен, и вот почему. Для производства периода поздних рабовладельческих государств характерно появление сложных технических задач нового класса, решение которых предполагало обособление инженерно-технических и инженерно-управленческих функций. Здравый смысл подсказывает, что тех, кто эти функции выполнял, мы вправе назвать инженерами.

Вместе с тем, следует заметить:

- 1) функции инженерного труда не сводятся к двум названным выше, они гораздо шире;
- 2) деятельность первых инженеров опиралась главным образом на практические, опытные знания, а также на весьма примитивные технические средства; универсальным и малоэффективным технологическим приемом было массовое применение рабского труда;
- 3) умственный труд, отпочковавшись от физического, долгое время оставался нерасчлененным.

Так, в рабовладельческом обществе естествознание, не говоря уже о точных (тем более – о технических) науках, не успело выделиться в самостоятельную отрасль знания. Каждого инженера древности можно с не меньшим основанием именовать ученым, философом, писателем. Иначе говоря, любой инженер того времени заведомо «обязан» был быть мудрецом, любой мудрец одновременно владел инженерным делом.

Исходя из приведенных выше соображений, точнее можно обозначить этот период становления инженерии как **прединженерный**. Этот период неоднороден с точки зрения способа производства – рабовладение сменил феодализм, который в свою очередь, готовился уступить место капитализму. Менялось общественно-политическое устройство: возникали и гибли империи, возвышались и приходили в упадок нации, классы, религии. Развивалась

техника и технология, рождались гениальные изобретения, создавались принципиально новые технические объекты, изделия, инструменты, приемы обработки материалов. Неизменным оставалось одно: *основным создателем технических нововведений, субъектом технической деятельности по-прежнему оставался ремесленник.*

Достижения ремесленной деятельности древности и средневековья поражают воображение. Военное дело, сельское хозяйство, мореплавание, металлургическое, текстильное, бумажное производство – вот далеко не полный перечень областей деятельности, где в прединженерный период развития техники произошли технические революции: «порох, компас, книгопечатание – три изобретения, предваряющие буржуазное общество».

Многие технологические приемы древнего ремесла настолько уникальны, что не могут быть воспроизведены даже на основании современных научно-технических знаний. Длинный и сложный путь к прогрессу прошел человек. От каменного топора – к меди и бронзе, к железу и металлам космической эры.

Большинство из великих изобретений человечества относится к *средствам передвижения* (колесо, повозка, велосипед, паровоз, автомобиль, самолет и др.), *орудиям труда* (гончарный круг, мельница, прялка, паро-вой молот, робот и др.), *материалам* (бронза, железо, бумага, пластмасса и др.), *энергетике* (паровая машина, электрическая машина, дизель и др.), *военному делу* (порох, винтовка, атомная бомба и др.), *сфере информации* (книга, интернет и др.), *связи* (телеграф, телефон, телевидение и др.), *приборам* (компас, телескоп и др.).

До конца XVI – начала XVII веков техническая деятельность человека осуществлялась практически вне связи с развитием естественных наук и математики. И только после того, как результаты научных исследований стали использоваться для создания новой техники и технологий возникла *инженерная деятельность.*

Первые *инженеры* формировались в среде ученых, обратившихся к технике, и ремесленников-самоучек, приобщившихся к науке. Первые инженеры – это одновременно художники и архитекторы, консультанты по фортификационным сооружениям, артиллерии и гражданскому строительству, алхимики и врачи, математики и естествоиспытатели. Их объединяло то, что они впервые стали использовать научные знания как вполне реальную производительную силу.

Так сформировалась *миссия инженера*, которая состоит в *создании искусственных технических объектов, сред и технологий*, необходимых для обеспечения жизнедеятельности и повышения качества жизни человека и общества, *с использованием природных ресурсов и применением естественнонаучных знаний и практического опыта.*

Рождение инженерной профессии стало результатом переворота во всех без исключения слоях и сферах общественной жизнедеятельности. Техника, способ производства, общественно-экономические отношения, политические институты, общественное сознание и психология, наука – все это необходимо было изменить, причем изменить самым решительным образом, прежде чем работа по решению инженерных проблем приобрела статус профессионального занятия в общественно-значимых масштабах

Факторы, способствовавшие вызреванию инженерного труда

1. Технологическая революция. Долгое время технологический способ производства, то есть основной тип связи между человеком и техническими средствами труда, оставался неизменным. Орудия совершенствовались, усложнялись, становились эффективнее, но в целом в системе «человек-техника» человек был представлен ручным трудом, техника – инструментами для этого труда. Однако наступил момент, когда ремесленник, вооруженный ручными инструментами, перестал быть эффективным, исчерпал свой потенциал. Ремесленное производство уже не поспевало за растущими потребностями общества.

Смысл перемен в системе «человек-техника», обусловленный становлением машинного производства, заключался в передаче технике ряда человеческих функций; машина возникает с того момента, когда орудия превращаются «из орудий человеческого организма в орудия механического аппарата». Перемещение функции непосредственного управления орудиями от человека к машине ознаменовало собой не просто техническую революцию – такие революции «местного значения» происходят в технике в связи с любым крупным изобретением. Нет, произошел полный переворот во всей технической системе, после которого она начала развиваться по-новому, на основании новых принципов, новых технических форм и структур. Иными словами, ***возникновение машин определило начало нового исторического этапа в развитии техники – механизации производства.***

Необходимость изобретать и применять в промышленных масштабах различного рода машины невольно породила потребность в специалистах, способных осуществлять эту деятельность не от случая к случаю, а постоянно. Таким образом, переворот в техническом компоненте производительных сил привел к видоизменению человеческого компонента – появились рабочие и инженеры, на которых возлагалась задача работать «преимущественно только головой».

2. Развитие общественно-экономических отношений. «Машинная революция», изменяя характер и содержание труда, его технологию, организацию и структуру,

способствует изменению производственных отношений. Вместе с происшедшей революцией в производительных силах, совершается также революция в производственных отношениях. Укрепление капиталистической формы собственности и превращение ее в господствующую неразрывно связано с крупной машинной индустрией, преобразованием производства на новых, рациональных началах.

Место инженера в исторически определенной системе общественного производства – это одновременно его принадлежность и к определенной профессии, и к определенной социальной группе.

3. Переворот в мировоззрении, становление личности. Консерватизм средневекового мышления, усугубляемый догматическим религиозным мировоззрением, долгое время сдерживал развитие инженерной мысли. Изменять, «конструировать» мир в соответствии с заранее намеченными целями, личной волей вправе был только Бог. Посягательство на творческую функцию Бога, попытки усовершенствовать созданное им воспринимались с точки зрения религиозного фанатизма как ересь, грех. В христианском монотеизме беспредельно возносилась изобретательская деятельность Бога и бесконечно принижался человек, если он занимался этой деятельностью. Такое положение сохранялось довольно долго. Целый ряд изобретений (например, магнитная стрелка компаса) веками не использовался или использовался тайно, с опаской ввиду их «дьявольской природы». Господство средневековой парадигмы неприятия нового было низвергнуто лишь в эпоху Ренессанса. Замена Бога-творца человеком-творцом, первоначально произошедшая в сфере художественного мышления, распространилась постепенно и на техническое творчество. Человек понемногу перестает воспринимать изобретательство как божественную прерогативу, становится, по выражению Леонардо да Винчи, «свободен в изобретениях».

Становлению инженерного творчества предшествовало также становление личности как индивидуального субъекта этого творчества. В средние века личности инженера в современном смысле слова, собственно говоря, не существовало; не только в труде, но и во всех без исключения сферах жизнедеятельности ремесленник был неотделим от цеховой общины. Индивидуальное «Я» почти без остатка растворялось в коллективной психологии, и автором технического нововведения выступал не отдельный человек, а коллективная личность-мастерская, личность-цех. До тех пор пока человек не умел и не мог осмыслить грань, отделяющую от его товарищей по мастерской, цеховой корпорации, ремесле, он не в состоянии был нарушить технические традиции, целенаправленно создавать новое в технике. И лишь эпоха буржуазных отношений, освободившая сознание людей от многовекового груза феодальных, религиозных, цеховых традиций, рождает обособленного

от других, суверенного индивида, способного стать творцом.

4. Перемены в науке. XVI-XVII вв. – это время, когда свежий ветер естественнонаучного познания врывается в затхлую атмосферу умозрительной науки. Изобретательская деятельность Леонардо да Винчи, открытия Френсиса Бэкона и Галилея вооружают умы идеей грандиозных прикладных возможностей применения научного знания.

Нужды растущего машинного производства, мореплавания, торговли положили начало союзу научной и технической изобретательской деятельности. Динамичное развитие крупной промышленности, формируя специальную потребность в решении сложных технических задач, создает условия для практического применения данных науки. *Изменение ориентации науки на производственные проблемы сказалось на ее развитии самым живительным образом.*

В XVII-XVIII вв. наука становится профессиональным занятием для достаточно многочисленной группы лиц; возникают первые академии и научные общества. Решающим фактором расцвета науки выступает именно связь с производством, технические потребности которого продвинули науку вперед больше, чем десяток университетов. *Слияние науки и техники как раз и определяет содержание инженерного труда, его основную функцию: создание средств и способов технической деятельности на основе научных достижений.*

5. Создание средств инженерного труда. В XVI-XVII вв. в техническом деле начинают широко использоваться наброски и рисунки для изображения деталей, узлов, конструкций. Период перехода от ремесленного производства к машинному характеризуется еще более бурным развитием графических методов передачи технической информации. Одновременно с искусством черчения создаются и точные чертежные приборы и инструменты, ведутся теоретические изыскания в этой области. В 1798 году Гаспар Монж опубликовал книгу «Начертательная геометрия», в которой систематизировал приемы изображения технического объекта в виде проекций на две взаимно перпендикулярные плоскости. В результате «чертеж» прочно воцарился в технике. Инженерное дело получило свой особый язык – средство инженерного труда.

Следует заметить, что историческая логика развертывания общественного разделения труда вкупе с целым набором технических, экономических, социальных и психологических факторов привели к обособлению инженерной деятельности от прочих видов умственного труда. Возникла новая профессия, смысл которой заключался (и заключается) в применении научных знаний при решении технических проблем производства.

Сущность инженерной деятельности находит свое отображение в функциях такой деятельности. Состав и последовательность выполнения функций инженерной деятельности

незначительно изменились с той поры, как инженерный труд обрел статус профессии. Но содержание их многократно усложнились.

Первым внутривидовым разделением функций инженерного труда стало обособление друг от друга тех, кто придумывал и конструировал технику, и тех, кто налаживал ее выпуск на заводах. Но на этом процесс специализации в среде инженерно-технических работников не остановился, и два первоначальных крупных блока внешних и внутренних функций раздробились к настоящему времени на ряд более мелких. К *внешним функциям* (или социальным) относятся гуманистическая, социально-экономическая, управленческая, воспитательная и функция развития технического базиса общества.

К *внутренним или техническим функциям* относятся такие, как функции анализа и технического прогнозирования, исследовательских разработок, конструирования, проектирования, технологического обеспечения, регулирования производства, эксплуатации и ремонта оборудования, т.е. группа функций, обеспечивающих развитие производства и его функционирование. Для того чтобы представители разных инженерных специальностей сумели найти общий язык, потребовалось координировать их действия, плотно состыковать приобретшие автономию инженерные функции. В связи с этим возникает еще одна, особая функция – системное проектирование.