

## Формирование навыков системного мышления у студентов инженерной специализации (на примере кафедры геотехники СПбГАСУ)

О.О. Гофман<sup>1</sup>, А.И. Осокин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Санкт-Петербург, Россия

Поступила в редакцию 20.06.2018

### Аннотация

Рассматривается роль учебного заведения в формировании инженерной картины мира будущих субъектов труда. Представлены особенности инженерного мышления и противоречия, которые необходимо преодолевать в работе. Как технологию развития системного мышления, авторы предлагают использовать интеллектуальную карту, которая была интегрирована в учебный процесс студентов-геотехников в 2016–2018 годах и показала свою эффективность на практике.

**Ключевые слова:** инженерное мышление, интеллектуальная карта (mind map), геотехнические проекты, практико-ориентированное обучение.

**Key words:** engineering thinking, mind map, geotechnical projects, practice-oriented learning.

Список востребованных профессий будущего невозможно представить без специальности инженера-строителя. Тенденции последнего времени в строительной отрасли – глобализация, автоматизация процессов, высокая конкуренция – требуют большего внимания к развитию субъектных (или надпрофессиональных) качеств. Среди них: умение видеть сложные системы и работать с ними (учитывая не только все разделы проекта – строительства, но и культурные, правовые, экономические и прочие контексты), понимание межотраслевых особенностей, технологий управления проектами, процессами и коммуникациями, профессиональная ответственность за разработанные решения. Учитывая динамику изменений во всех направлениях развития общества, перед учебными заведениями стоит сложная задача в корректировке

вектора сопровождения, обучения и развития конкурентоспособного думающего поколения инженеров.

Формирование личностного интереса к инженерной деятельности должно реализовываться у будущего субъекта труда еще на ранних этапах профессионализации как при выборе профессии, так и в период обучения. Своевременное позиционирование предназначения и интерес к освоению профессии инженера-строителя направлено на развитие творческой активности, способности видеть противоречия в профессиональной деятельности и умение преодолевать их, на поддержание заинтересованности в развитии инженерного и общего кругозора, на познание и совершенствование собственной личности.

Выбор профессии – первый этап знакомства с функциональными обязан-

ностями профессии инженера, яркими примерами из отечественной и международной инженерной практики, с историей строительства и создания памятников архитектуры Санкт-Петербурга, формированием собственных ожиданий от выбираемой профессии, личностного мнения о специальности и готовности в ней работать. Так, например, в Санкт-Петербурге при поддержке саморегулируемой организации «Объединение строителей Санкт-Петербурга» открыто несколько специализированных классов по направлению «Строительство» в Приморском и Петроградском районах. Для школьников выпускных классов проводятся экскурсии на объекты города, гостевые лекции с преподавателями Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета, представителями строительного комплекса, проводятся профильные олимпиады и конкурсы среди школьников. Ребята из специализированных классов участвуют в днях открытых дверей СПбГАСУ и строительных факультетов высших учебных заведений, профильных средних профессиональных технических учебных заведений – колледжей, лицеев. Безусловно, данные мероприятия значительно помогают профессиональному самоопределению. В тоже время, в вузы поступают способные и хорошо подготовленные малоактивные школьники-абитуриенты, чьи интересы и потенциал не раскрыты в значительной мере на этапе выбора профессии. И это, по нашему мнению, одна из «весомых» аудиторий, чья нерешенная задача самоопределения переходит на этап обучения.

Обучение в вузе – получение широкого спектра знаний и профессиональная подготовка по выбранной специальности, формирование или уточнение профессиональных интересов и точки зрения. При верном выборе специальности, закладывается позитивная профессиональная идентификация «Я как инженер».

Проверка достоверности полученных знаний происходит в процессе учебно-ознакомительной и производственной

практик, где, с одной стороны, снова оценивается сделанный студентом выбор профессии, и с другой стороны, сверяются полученные знания с применимостью в профессии, акцентируется внимание на умениях для последующего трудоустройства и профессиональной карьеры. Следует заметить, что в процессе обучения часто возникает много индивидуальных, организационных и прочих субъективных препятствий, вносящих деструктив в «стройную» систему профессионализации. С учетом высокого уровня неопределенности современного мира, задача учебного заведения заключается не только в обучении профессии и предоставлении всего объема профессиональных современных знаний, но и в необходимости дать инструменты по обработке, анализу и систематизации получаемой профессиональной информации, то есть практико-ориентированных формах обучения. Таким образом, начиная с этапа выбора профессии, далее обучения формируется профессиональная биография будущего инженера и насколько успешной она будет во многом обусловлено не только субъективной активностью абитуриентов – студентов, но и участием преподавателей в профессиональном самоопределении будущих субъектов труда и выбором перспективных моделей и технологий обучения. В качестве перспективных отметим следующие подходы: междисциплинарный, в котором возможна интеграция различных областей знания, входящих в поле профессиональной деятельности (в том числе включение психолого-педагогических технологий для освоения и систематизации технических знаний) [1, с. 200]; личностно-развивающий, направленный по освоению методов познания и исследования студентами самих себя и внешней среды; проектно-ориентированный с командными формами работы группы (например, проектные бюро), с целью создания условий, соответствующих реальной инженерной деятельности.

С. Переслегин отмечает, что, прежде всего, университет должен научить



О.О. Гофман



А.И. Осокин

Инженера вставить на позиции Заказчика, Менеджера, Логиста, Инвестора, Прогнозиста, не теряя свою. Инженерная позиция дает возможность осмысленно и аргументированно защищать права технических систем на существование, что, в свою очередь, способствует формированию собственной инженерной картины мира и служит подтверждением выбранной инженерной позиции. Проблема доказательности позиции Инженера заключается в том, что его профессиональная деятельность оценивается в категориях разума (то есть с позиций эффективности, целесообразности и утилитарности), но требует умений мыслить и думать [2, с. 8-21].

В чем же заключаются особенности инженерного мышления? В первую очередь, деятельность инженера связана с «организовыванием» (один из типов деятельности управленца – по Г.П. Шедровицкому) – работой по набору определенных элементов, объединением их в целое, установлением отношений и связей между ними. Исходя из требований задачи (или технического задания) необходимо создать конкретную конструкцию, подбирая необходимые ресурсы (из знания о материалах, пространстве, времени, природной среде) либо создать их по мере надобности [3, с. 130-131]. Такая деятельность невозможна без творческой активности. В.И. Лившиц отмечает, что в технологическом разрезе креативность проявляется как смекалка – способность достигать цели, находить выход из тупиковой ситуации, используя обстановку, объекты и обстоятельства необычным способом; шире – нетривиальное и остроумное решение задач неожиданными ресурсами или инструментами. Для этого необходимы гибкость в оценке и применение подходов и стратегий, способность сопротивляться стереотипам [4, с. 28].

В последующем, инженеру потребуется умение в нужный момент **останавливать коммуникацию**, чтобы перейти к другому типу деятельности (мышлению, руководству, администрированию).

В этом и заключается двойственность позиции инженера: с одной стороны, без личной, но и позиционной коммуникации не удастся собрать данные, учесть взаимные требования, обусловленные различием целей и ценностей участников коммуникации; с другой стороны, остановка коммуникации связана с основополагающей целью – созданием надежного выверенного проекта, технические характеристики которого не должны зависеть от желаний, мнений, результатов переговоров, так как «договориться с бетоном нельзя». **Фокус внимания направлен во вне** – к природе, которая в незаметных для других деталях подсказывает новые ходы. Инженерное мышление индивидуалистично и связано с творчеством: его формат предполагает рефлексивную работу инженера только с самим собой, через **личный опыт в форме создания инженерной конструкции**, возможно, той, которой еще не существует. Результаты мышления сразу же переводятся в действие (мышление прямого действия). Инженер не склонен верить в «научно-доказанную невозможность» решения той или иной технической задачи. Решение находится в процессе делания или через делание [2, с. 18-21]. Инженерное мышление включает три взаимосвязанных переменных:

- методические знания («как делать?») – вытекают из отрефлексированной практической работы;
- знание материала или знание о ресурсах (люди, финансы, информационные и логистические системы, собственно материал – от дерева и стали до теории и науки);
- личность инженера, его картина мира, талант, ум, – в которой соединяются в каждом конкретном случае методические знания и знания материала [3, с. 64-74].

Для успешного выполнения вышеуказанных условий, необходимы особые формы обработки информации, а именно ее мыслительной схематизации (соединяя «мир идеального» (теоретического)

с «миром реального», чтобы найти такой «язык, в котором решение очевидно» [3, с. 173, 260]). Интеллектуальные карты (другие названия Mind map, ментальные карты, диаграммы связей и пр.) помогают вероятностно мыслить, учитывать различные способы связей мыслей друг с другом, создавать пространство для понимания и размышления. Это способ графического изображения процесса и результата системного мышления на определенную тему. Данная технология представляет собой способ последовательного формально-логического мышления, имеющий правила: формулирование центральной задачи, после чего производится «запуск» сначала спонтанного ассоциативного потока относительно поставленной задачи, а затем последовательного «осознанного» дополнения карты смыслами, позволяющими учесть все необходимые контексты проекта (архитектурные, конструкторские, технологические, транспортные и инфраструктурные, социально-экономические и культурные). Этот способ заставляет отказаться от привычного способа думания списками с заранее выставленными субъективными приоритетами, и позволяет «включать» творческий и рациональный потенциал, рисуя карты взаимосвязей, структур, учитывая появляющиеся детали (нет категории важного и второстепенного) [5, с. 37-41].

Основываясь на собственном практическом опыте и осознавая полезность в разработке интегральных программ для студентов – будущих инженеров, авторами статьи в рамках учебного курса специальности 08.05.02 «Строительство уникальных зданий и сооружений» (специализация «Подземное строительство») были разработаны и, далее проводились (2016–2018 годы) практические занятия на стыке технических профессиональных и прикладных психологических знаний. Программа была направлена на обучение студентов способности системного мышления с помощью технологии Mind map.

Придерживаясь тезиса, что научение происходит в практической деятельности, выполняя только конкретные реальные задачи, целью занятия стало – научить студентов графическому способу выражения процессов многомерного мышления, тем самым запуская когнитивный процесс познания и систематизации информации («включая» правое и левое полушария головного мозга) моделируя и вероятностно оценивая конструктивные и проектные решения. Занятие-практика проводилось в форме тренинга (интерактивного динамического обучения), в центре внимания которого – студенты. Практика рассчитана на 3 часа, предполагает работу в мини-группах – «проектных бюро» – по 3-5 человек.

Задачи практики:

1. Показать технологию Mind map, благодаря которой возможно схематично представить полученные за время обучения знания, в полной мере востребованные в конкретных проектах.

2. Создать позитивную безоценочную среду, в которой студенты смогут применить новую технологию работы с информацией.

3. Дать студентам возможность применить данную технологию для решения конкретных геотехнических проектов, работая в мини-группах.

4. Презентовать работы – проекты, обсудить результаты, увидеть зоны для дополнительного размышления.

Технические детали проектов и представленные студентами проекты представлены ниже (2018 год).

Проект Яхт-Клуба предлагается построить на берегу реки Невы, при этом к задачам, которые надо решить во время тренинга были отнесены следующие: последовательность работы над проектом, возможность устройства подземного пространства как для хранения яхт, так и для парковки автомобилей, определение типа фундаментов под несущие конструкции здания, оценка рисков освоения подземного пространства, организация геотехнического мониторинга и

определение основных показателей маркетинговой составляющей деятельности яхт-клуба на предложенной площадке. Подготовленная во время занятия интеллектуальная карта включала взаимосвязи и основные направления работы над проектом от идеи до обеспечения окупаемости затрат. После завершения составления интеллектуальной карты, она была представлена на обсуждение аудитории.

Проект комплексного освоения территории ТК «Апраксин двор». Исходные данные включали в себя информацию по площади застройки с предполагаемым развитием подземного пространства, наличию сохраняемых строений, в том числе памятников архитектуры; инженерно-геологические и гидро-геологические условия площадки, а также задание по функциональному зонированию территории. Представленная интеллектуальная карта вызвала живое обсуждение и принципиально отразила все основные инфраструктурные и транспортные задачи проекта.

Для исторического Центра Санкт-Петербурга остается актуальным поиск решений приспособления архитектурных памятников для современного использования. Не остались в стороне и студенты проектного бюро «DEVI», девизом которых стал призыв: «Бери от подземного пространства все!». Студентами была представлена интеллектуальная карта работы над проектом реконструкции здания-памятника архитектуры на Марсовом поле, д.1. Основной акцент был сделан на развитие подземного пространства с разработкой мероприятий по сохранению конструкций памятника и оценке рисков для окружающей застройки. При строительстве высотных зданий возникает множество дискуссионных вопросов по выбору типа и вида фундаментов. Решению такой задачи с учетом развития подземного пространства была посвящена разработанная студенческим проектным «Бюро Поплавской» интеллектуальная карта, в которой были увязаны этапы проектирования фундамента и подземного

пространства высотного здания с систематизацией архитектурных, конструкторских, технологических и социальных особенностей такого строительства.

Анализируя работу студенческих групп, можно отметить, что опыт такой практики воспринимается студентами по-разному. Большинство студентов активно включаются в работу, достаточно быстро исследуют новую технологию и с интересом начинают учитывать вероятностные аспекты проекта, при этом они успешно используют теоретические знания как по архитектуре подземного пространства и зданий с элементами градостроительства, так и по конструкциям, технологиям, строительным материалам, менеджменту, маркетингу и прочее. Актуализируется опыт прохождения производственных практик, проясняется личная позиция гражданина. Студенты начинают отмечать зоны ближайшего развития (каких знаний не хватает, на что стоит обратить внимание с точки зрения навыков работы в команде, презентации). Есть и другая категория студентов, для которых работа в новом формате активного обучения была сложной и непривычной, что проявлялось в категоричности взглядов по оценке целесообразности работы новым способом, стремлении работать привычным институциональным способом.

Резюмируя отметим, что интеллектуальная карта рассматривается нами как инструмент развития инженерного мышления и при последовательном соблюдении этапов работы, студенты могут увидеть множество вариантов решения одной задачи. С точки зрения личностно-ориентированного обучения студентов, данная технология имеет ряд плюсов: во-первых, позволяет обрабатывать различную информацию, используя рациональные (технические, формально-логические) и иррациональные (творческие, ассоциативные) ресурсы; во-вторых, простота применения и наглядность размышления создает позитивное желание применять ее в жизни (так, многие студенты, успешно применили интеллектуальные

карты при подготовке выпускных квалификационных работ); в-третьих, работа в мини-группах раскрывает особенности взаимодействия, многосмысловую среду, в которой у каждого есть мнение и задача объединить все одной карте, понять друг друга, исследовать себя и собственные поведенческие, мыслительные, эмоциональные особенности.

В методологическом смысле, проведение такого рода практических занятий требует значительной подготовленности преподавателей – их технической экс-

пертности, психологической гибкости и прочее. Но несмотря на подготовку, использование данной практико-ориентированной формы работы позволяет понимать какие теоретические знания «перешли» в практику, выявлять компетенции студентов (с учетом требований профессиональных стандартов и образовательных программ), их сильные стороны, зоны ближайшего развития, а также помогать в профессиональной ориентации, личностно-профессиональном и карьерном развитии будущих Инженеров.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кондратьев, В.В. Подготовка преподавателей к обучению будущих инженеров на основе междисциплинарного подхода / В.В. Кондратьев, В. Г. Иванов // Инж. образование. – 2016. – № 20. – С. 198-206.
2. Инженерная онтология. Инженерия как странствие: учеб. пособие / В. Никитин [и др.]. – Екатеринбург: ООО Форжект, 2013. Екатеринбург: Изд. Дом Ажур, 2013. – 230 с.
3. Шедровицкий, Г.П. Оргуправленческое мышление: идеология, методология, технология (курс лекций). – 4-е изд. – М.: Изд-во Студии Артемия Лебедева, 2015. – 464 с.
4. Лившиц, В.И. Формирование креативности при подготовке инженеров массовых профессий // Инж. образование. – 2016. – № 20. – С. 26-37.
5. Солтицкая, Т.А. Практика ума / Т.А. Солтицкая. – СПб.: ИПК Береста, 2015. – 400 с.