

## ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАНИЕ

УДК 159.9

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ТИПОВ МЫШЛЕНИЯ И ИНДИВИДУАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СТУДЕНТОВ-ИНЖЕНЕРОВ КАК ПРОФЕССИОНАЛЬНО ЗНАЧИМЫХ КАЧЕСТВ

Е.В. Балакшина

ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», г. Тверь

© Балакшина Е.В., 2021

DOI: 10.46573/2409-1391-2021-4-44-53

*Рассматриваются отличительные особенности инженерной деятельности. Отмечается важность определения психологических детерминант надежности инженерной деятельности на начальном этапе профессионального становления, где одним из ведущих факторов является инженерное мышление. На основе теоретического анализа отечественных и зарубежных источников обосновываются универсальные критерии инженерного мышления: логичность, рациональность, предметность, опора на образы и символы, общая техническая направленность (инженерные навыки студентов), моделирование, установление взаимоотношений между предметами окружающей действительности). В качестве обследуемого контингента выступили студенты 1–2-х курсов инженерных специальностей разной профессиональной направленности. Сформированы выводы об особенностях проявления инженерного мышления студентов, обучающихся на технических специальностях. Отмечено, что выявленные закономерности обуславливают ресурсный потенциал надежности профессиональной деятельности.*

**Ключевые слова:** инженер, инженерная деятельность, инженерное мышление, проектирование, профессиональная надежность, профессионально важные качества, техническое творчество.

#### **Введение**

Непрерывное развитие техники и технологий, а также их внедрение в современное производство требуют решения вопросов, касающихся обеспечения безопасности и надежности деятельности сотрудников организации [3]. С учетом перечня должностей, представленных на рынке труда или в едином Общероссийском классификаторе профессий (ОК 016-94), в большей степени указанная проблема затрагивает те виды специальностей, которые непосредственно связаны с эксплуатацией сложной аппаратуры и технических систем, их обслуживанием, испытательными работами. Как правило, в зону риска попадают технические специалисты среднего звена и рабочих специальностей, т. е. категория работников, непосредственно взаимодействующая с техникой в трудовом цикле и одной из первых сталкивающаяся с негативными последствиями ослабления показателей надежности труда

(физиологических, индивидуально-психологических, технологических). Однако нельзя упускать из виду многочисленные инженерные направления и самого инженера как представителя высшего звена научно-технической деятельности. В настоящее время указанные направления являются наиболее перспективными в плане профессиональной деятельности, инновационного и научного развития специальности. К уже имеющимся у этих специальностей трудовым функциям добавляются новые. Такие специальности остаются востребованными молодым поколением, школьники стремятся приобрести их, построить карьеру в выбранной сфере (инженерии).

В понятии «инженер» содержатся в обобщенном виде наиболее значимые составляющие инженерной профессии. Инженер – это представитель технических профессий с высшим инженерно-техническим образованием и соответствующей квалификацией, который способен в практической деятельности применять научные знания для решения поставленных перед ним задач. В производственном цикле инженер активно применяет навыки управления процессом создания технических систем, проектирования, организации производства, а также внедряет достижения науки, различные инновации. Следовательно, в качестве основных показателей эффективности и надежности работы инженера выступают наличие высшего технического образования; сформированный комплекс знаний и навыков; склонность или способность к созданию новых идей и их воплощение в виде реальных технических конструкций.

Особенностью инженерной деятельности также является то, что традиционные ее виды – проектирование, научно-техническую реализацию, конструирование – часто применяют комплексно, сочетают, что указывает на ее многоплановый характер. Успешность указанной деятельности во многом зависит от способности выполнять должностные обязанности, выходящие за пределы общей осведомленности о технике, технических процессах. В производственном процессе это находит свое отражение в том, что инженерная мысль предстает в качестве технического объекта, надежность и безотказность работы которого устанавливаются в процессе эксплуатации.

Следует отметить, что первые исследования проблемы надежности деятельности появились в такой сфере научного знания, как инженерная психология, и имели прямое отношение к инженерным профессиям, связанным с эксплуатацией сложных технических объектов в системах «человек – техника», «человек – оператор». В основе этих трудов лежали экспериментально-психологические исследования в авиации и космонавтике, антиципации в структуре деятельности, взаимодействия человека и техники. Во всех созданных трудах центральное место занимали особенности психической регуляции деятельности (Б.Ф. Ломов, В.А. Пономаренко, Н.Д. Завалова). В работах В.Д. Небылицына показана зависимость надежного использования техники от особенностей психофизиологических показателей (работоспособности, функциональной выносливости), влияющих на воспроизведение ошибок. В дальнейшем акцент смещается на важность учета человеческого фактора для обеспечения надежности, эффективности труда в контексте безопасности деятельности (см., например, [2]). А.С. Козлов особое внимание уделяет

понятиям «личностный фактор», «человеческий потенциал», «личностный потенциал» [2]. Упоминание указанных категорий свидетельствует о том, что список критериев надежности деятельности значительно расширяется и требует учета не только физических, психофизиологических, психических, интеллектуальных возможностей человека, но и мотивационных, духовных, морально-нравственных качеств, творческих способностей, знаний, компетенций, образовавшейся структуры ценностей.

Таким образом, условия и содержание профессиональной деятельности формируют специфичные требования к субъекту труда для обеспечения *надежного уровня исполнения этой деятельности*; рассматриваемое нами явление активно изучается на примере других профессий, в том числе педагогов, военнослужащих, работников специальных объектов, и имеет особое отношение к профессиональной надежности [8]. Примечательно, что образование большинства перечисленных показателей профессиональной надежности происходит на начальном этапе профессионального становления (во время обучения в вузе), когда приобретает необходимый комплекс профильных знаний, закладываются первичные навыки, формируются профессионально важные качества и *определенный склад профессионального мышления*.

Следует отметить, что спецификой инженерного труда является способность создавать нечто новое, нестандартное на основе специализированных и научных знаний с целью улучшить жизнедеятельность социума. В этом смысле инженерное мышление играет важную роль в развитии профессиональной надежности инженера и выступает важным ее компонентом, а период получения инженерного образования становится ключевым этапом для *формирования контуров мышления* будущего специалиста инженерного профиля [1]. Мониторинг трудов исследователей позволил обосновать и выделить важные показатели инженерного мышления как детерминанты профессиональной надежности будущих инженеров.

### ***Теоретическое обоснование***

Проведенный нами теоретический анализ зарубежных и отечественных источников позволил описать такие виды инженерного дела, как изобретательство, конструирование, проектирование, инженерное исследование, технология, организация и управление производством, эксплуатация и оценка деятельности [2, 3, 13–17]. Они находят свое воплощение как на теоретическом, так и на практическом уровне организации инженерного труда. В первом случае идет речь о техническом творчестве, во втором – об исследованиях, направленных на конструирование, проектирование, создание технического объекта, контроль эксплуатации технического средства [14].

Следует отметить, что постановка инженером новых идей для решения конкретной задачи с помощью новых технологий возможна при сформированном инженерном мышлении. Связь инженерного мышления со способностью творить находит свое отражение в содержании понятия «инженерное мышление», трактуемого как «особый вид мышления, формирующийся и проявляющийся при решении инженерных задач, позволяющий быстро, точно и оригинально решать как ординарные, так и неординарные задачи в определенной предметной области, направленные на

удовлетворение технических потребностей в знаниях, способах, приемах, с целью создания технических средств и организации технологий» [6, с. 68].

Таким образом, многозадачность и полифункциональность инженерной деятельности дают основание рассматривать инженерное мышление в качестве системного образования, т. е. на основе синтеза нескольких его типов. Для установления его главных компонентов нами была проанализирована информация психологической части профессиограмм наиболее известных инженерных профессий (инженера-программиста, инженера-системотехника, инженера-технолога, инженера-экономиста, инженера по кадастру, инженера-биотехнолога, инженера-энергетика, инженера-строителя, инженера-химика, наноинженера, инженера-механика, инженера-проектировщика). Как показал этот анализ, доминирующими типами мышления являются логическое (50 %) и аналитическое (33,3 %). Довольно часто в качестве предпочитаемого типа мышления инженерной специальности указывается воображение (25 %). Необходимость сочетать логическое или аналитическое мышление с воображением обусловлена особенностями проблемной ситуации, т. е. тем, что эту ситуацию следуют решать нестандартным способом. Перечисленные типы мышления выступают в психограммах как необходимое условие для эффективной деятельности. Абстрактное (8,3 %), рациональное (8,3 %), творческое (8,3 %), практическое (8,3 %), теоретическое (8,3 %) мышления встречаются реже. Первые два типа (абстрактное и рациональное) встречаются чаще других, так как их обычно указывают в сочетании с другими типами, т. е. абстрактное и рациональное мышления вступают в синтез с прочими типами. А.А. Нагорняк прекрасно описала эту особенность инженерного мышления: «Инженерное мышление... представляет собой сложное системное образование, включающее в себя синтез образного и логического мышления и синтез научного и практического мышления» [7, с. 116]. Таким образом, самостоятельное принятие компетентных решений в процессе выполнения различных обязанностей требует от инженера регулярного применения многообразных алгоритмов, методов и процедур, а также поддержания высокого уровня творческой активности, что подтверждает включение респондентами воображения в список профессионально важных качеств инженера.

А.Ю. Рожик приводит следующее определение понятия «инженерное мышление»: «... процесс, связанный с научно-технической, конструкторской (проектной), технологической деятельностью» [12, с. 99]. Автор отмечает важность сформированности инженерного мышления у выпускников технических вузов. Благодаря его наличию они могут мыслить нестандартно и творчески решать научные практические задачи.

Согласно А.И. Ракитову, рациональность и общедоступность выступают главными признаками инженерного мышления. В практической деятельности оно по формальным параметрам опирается на экспериментальный базис и паттерн теоретических знаний, усвоенных через изучение профильных инженерных дисциплин. Закрепление полученного комплекса знаний возможно только при наличии доступа к машинам, аппаратам и процессу конструирования (мышление на машинной основе) [9].

В зарубежных источниках отмечается необходимость учета инженерных достижений в развитии современного инженерного образования [15]. Некоторыми авторами предпринимается попытка создать дизайн технического мышления, необходимый для успешной реализации деятельности и коммуникаций в профессиональной сфере [16]. М. Трен придает особое значение критическому мышлению инженера как способности тщательного анализа информации для принятия обоснованных и рациональных решений [17].

Таким образом, в приведенных определениях понятия «инженерное мышление» особое место отводится периоду подготовки молодого инженера в вузе. Знания, усвоенные на данном этапе, позволяют решать технические задачи как математического характера, так и многих других. Инженер учится не только разрабатывать, принимать решения, но и оценивать, прогнозировать риски, а доступ к материально-технической базе укрепляет прикладную направленность инженерного мышления. За время обучения мышление инженера приобретает специфические черты: поисковую активность, настойчивость, энергичность, способствующие фиксации на выполняемом деле и поиску оптимальных результатов [6].

Значимость технической направленности мышления инженера для качественного и надежного исполнения трудовых функций отмечается многими учеными. Здесь интерес представляют различные исследования формирования склада инженерного мышления на студенческом контингенте в профильных учебных заведениях, где закладываются наиболее важные качества, что и обуславливает актуальность проведенного исследования.

### ***Материалы и методы исследований***

Цель нашего исследования – изучение ведущего типа мышления у студентов технических специальностей разного профиля на предмет его соответствия указанным в психограммах видам популярных инженерных профессий; это мышление также поддерживает надежное и эффективное исполнение профессиональных обязанностей.

Для достижения поставленной нами цели решали ряд задач: 1) определения на основе выявленных в ходе теоретического анализа характерных типов мышления, обеспечивающих и поддерживающих качественное, а также надежное выполнение профессиональных обязанностей инженера, психологических «мишеней» для диагностики; 2) подбора психодиагностического инструментария для обследования студенческого контингента на предмет специфики мышления на начальном этапе профессионального становления; 3) дополнения изучения контуров мышления студентов следующими критериями: технических способностей; креативности; индивидуально-психологическими (скорости и динамики протекания деятельности (умственной, предметной и др.)).

Своеобразие и оригинальность мышления будущих инженеров разной профессиональной направленности изучались на выборке студентов Тверского государственного технического университета (2020–2021 гг.), которую составили обучающиеся первого и второго курсов двух факультетов (инженерно-строительного и информационных технологий). Всего в исследовании приняли участие 144 человека в возрасте от 18 до 21 года.

Ведущий тип мышления, индивидуальные особенности преобразования и переработки информации, уровень креативности, а также соответствие видам, приведенным в психограммах, диагностировались с помощью методики «Типы мышления» Г. Резапкиной [11].

Определение характерной черты инженерного мышления «Техническая направленность» измерялось с помощью конкретной методики – теста Беннета. Инструментарий данной методики позволяет исследовать технические способности в юношеском и зрелом возрасте [5, с. 1–8].

Оценка рационального компонента мышления и специфики принятия решений в условиях риска проводилась с применением методики Т.В. Корниловой «Личностные факторы принятия решений» (ЛФР-25) [4].

Общую активность мышления в работе, устойчивость, темп в работе, эмоциональность изучали при помощи методики, раскрывающей свойства темперамента студентов, – опросника структуры темперамента В.М. Русалова [10, с. 15–30].

Статистическо-математическая обработка данных была проведена с использованием пакета SPSS 18 (дескриптивная статистика, непараметрический анализ Манна – Уитни).

### ***Результаты исследования***

Ведущими типами мышления выступили предметно-действенное (5,6 балла) и наглядно-образное (5,4 балла). Менее других выражены словесно-логическое мышление (4,0 балла) и абстрактно-символическое (3,9 балла). Значение по показателю креативности составило 5,1 балла (максимально возможный балл – 8). Необходимость переноса результатов мышления в конкретную предметную область и преобразования в модель той или иной инженерной конструкции объясняет полученный уровень. В литературе такое мышление рассматривается как прикладное, или мышление прямого действия [12]. Опираясь на знания о законах природы (т. е. не нарушая их), инженер решает поставленные задачи. Уровень креативности находится в пределах нормы, но не достигает высоких значений. Оценка творческой активности будущих инженеров проводилась с опорой на данные шкалы креативности, поэтому выявлено ее соответствие уровню чуть выше среднего. Обучающиеся специалисты инженерного дела способны мыслить нестандартно, применять инновационные подходы, иметь и реализовывать собственные неординарные идеи.

Следующая закономерность касалась одинаковой выраженности двух типов мышления (предметно-действенного и наглядно-образного), что подтверждает системность и синтетический характер мышления студентов. Очевидно, наращивание интеллектуального потенциала в сфере технических знаний происходит при непосредственном знакомстве с предметной средой, напрямую связанной с производственным процессом (аппаратурой, инструментарием, техникой и т. д.). Увеличение продуктивности мыслительных процессов происходит при опоре на образы, представления об идеальном объекте, что имеет особое значение для конструкторской деятельности и проектирования.

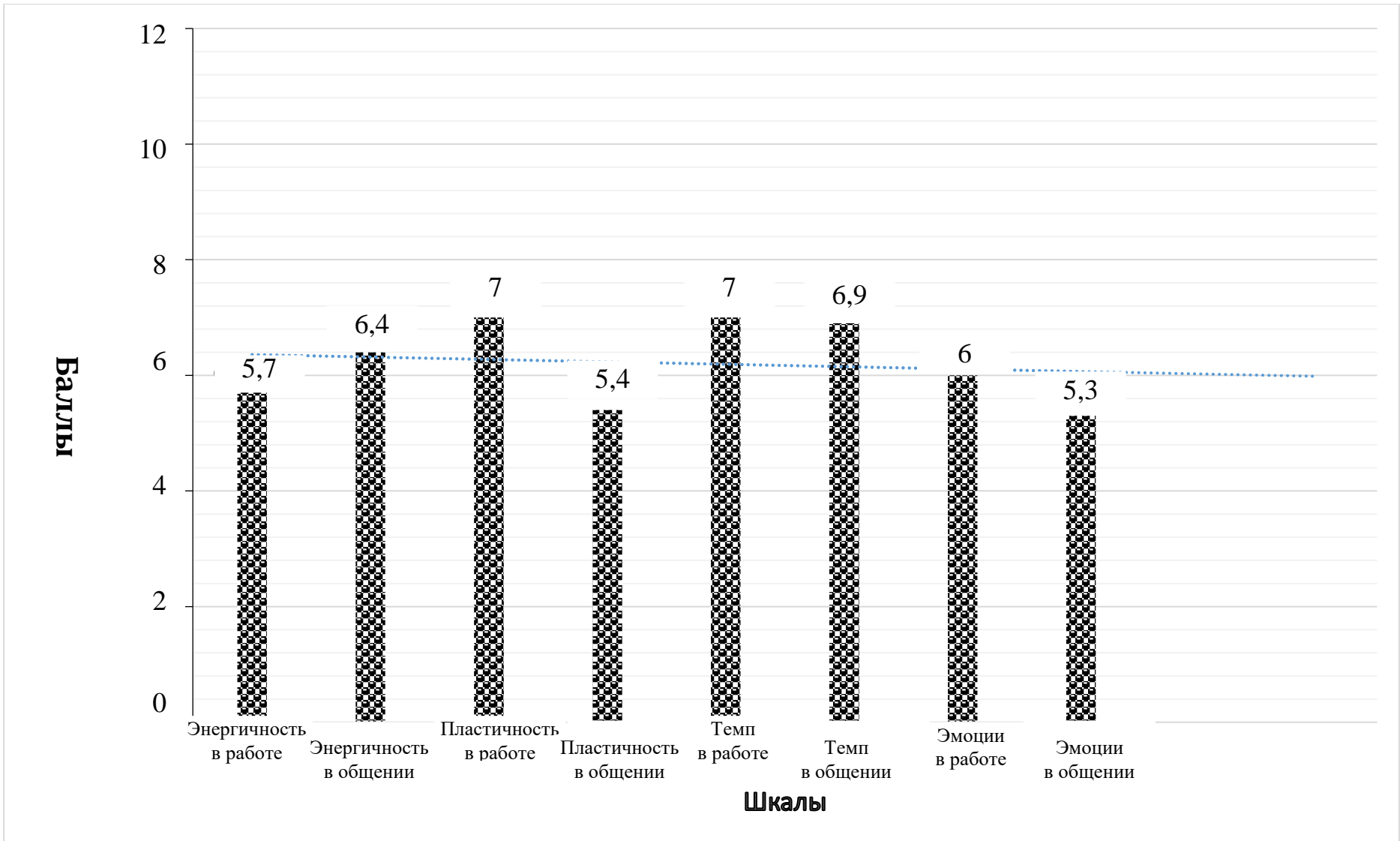
Исследование технической направленности мышления, уровень его сформированности на начальном этапе обучения также вызывают особый интерес. Согласно полученным данным, они соответствуют высокой выраженности качества (51,6 балла). Данная тенденция характерна для всех респондентов. Низкие и средние значения встречаются в единичных случаях. Развитые технические способности являются ведущим критерием, показывающим наличие у студентов понимания предметной области, с которой они будут взаимодействовать в трудовой деятельности. Обучающиеся готовы к пониманию особенностей техники, погружению в технологические процессы.

Рациональный компонент мыслительной деятельности студентов инженерных специальностей, согласно полученным результатам, соответствует средней статистической норме (6,7 балла). Дополнительным критерием, раскрывающим особенности реагирования на нестандартные ситуации, является шкала готовности к риску. В представленной выборке она развита умеренно: находится на уровне ниже среднего (4,1 балла).

Исследование темпераментных свойств студенческого контингента проводилось для выявления детерминант скорости протекания мыслительных процессов, восприятия информации, длительности сосредоточения внимания на объекте и особенностей темпа, ритма, ускорения деятельности студентов технических специальностей. Нами установлено, что все психологические критерии не достигают высоких значений (максимально возможный балл – 12) (рисунок).

Низких значений также выявлено не было (согласно ключу, 0–4 балла). Статические показатели по всем шкалам соответствуют среднему уровню выраженности качества (от 5,3 до 7 баллов). Выявленный уровень всех диагностируемых качеств, отражающих активность предметно-действенной и коммуникативной сфер в студенческой выборке, средний, стабильный. Респонденты способны работать с высоким темпом, быстро перерабатывать информацию, легко коммуницируют, держат эмоции под контролем.

Сравнительный анализ психологических индикаторов инженерного мышления у студентов инженерных специальностей по разной профессиональной направленности выявил наличие различий по трем признакам: абстрактно-символическому мышлению ( $U = 1\,683,5$  при  $p = 0,003$ , где  $U$  – условное обозначение показателя;  $p$  – собственно значение); наглядно-образному ( $U = 1\,887,5$  при  $p = 0,033$ ); эмоциональности в общении ( $U = 1\,764,5$  при  $p = 0,009$ ). При выполнении деятельности первая подгруппа (студенты инженерно-строительного факультета) в большей степени опирается на наглядно-образное мышление и проявляет эмоциональность в общении. Решение поставленных задач происходит с опорой на зрительные представления и через оперирование образами предметов. Во второй подгруппе (у студентов факультета информационных технологий) преобладает абстрактно-символическое мышление, нет излишней эмоциональности. В данном случае информация лучше воспринимается при передаче ее символами, знаками и соотносится с профессиями, тесно связанными с компьютерными технологиями. Отметим, что наглядно-образное мышления часто соотносится с творческими профессиями (дизайнером, художником, архитектором, скульптором). Указанная закономерность свидетельствует о наличии потенциала у обучающихся к инновационной деятельности, готовности применять идеи на практике.



Профиль выраженности свойств темперамента студентов



### ***Заключение***

Полученные результаты (в частности, описание выявленных в исследовании психологических особенностей) позволяют сформулировать выводы:

1. Инженерное мышление – самое главное профессионально важное качество, необходимое для эффективной и надежной работы в технической среде. Специфика организации инженерного мышления определяется дифференциацией универсальных черт, наиболее часто упоминающихся в научных трудах (таких как творческая направленность, рациональность, склонность к логике, практическая направленность и др.), с последующей диагностикой.

2. Изучение своеобразия инженерного мышления в структуре детерминант профессиональной надежности труда специалиста технического профиля возможно только при раскрытии внутреннего мира профессии инженера. Теоретико-методологической опорой исследования могут служить системный, структурно-уровневый и интегративно-типологический подходы [13].

3. Период обучения в высшем учебном заведении является важным этапом для формирования основ профессиональной надежности инженерных кадров на уровне приобретаемых специальных компетенций (знаний, навыков), профессионально важных качеств. При исследовании своеобразия проявления психологических составляющих профессиональной надежности необходимо учитывать современные тенденции динамики инженерных профессий, их контекст, связанный со сложностью профайлинга новых направлений.

4. Полученные результаты диагностики типов мышления на начальном этапе обучения частично соответствуют указанным в профессиограммах видам и свидетельствуют о процессе постепенного образования главных черт профессионального мышления, чему способствуют погружение в предметную среду, желание иметь четкое, детализированное представление о ней, а также отработка навыков на практике, что подтверждается выраженностью предметно-действенного и наглядно-образного типов мышления. Возможно, что логическое мышление будет ярко проявляться на заключительных этапах обучения, где происходит самостоятельная работа над собственными проектами.

Резюмируя вышеизложенное, необходимо отметить, что инженерное мышление характеризуется как системный тип мышления, включающий в себя элементы творческой деятельности и входящий в структуру резерва профессиональной надежности. Психологические особенности технического мышления будущих инженеров описывают с помощью детерминант надежности труда. В мире высоких технологий непосредственное влияние инженерной деятельности на качество жизни социума растет, что обуславливает актуальность разработки данной проблемы.

### **Библиографический список**

1. Алексеев В.П. Категория творчества в профессиональной инженерной деятельности // Новые исследования в разработке техники и технологий. 2015. № 2. С. 5–12.

2. Козлов А.С. Человеческий фактор и система обеспечения безопасности полетов // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. 2012. № 182. С. 84–88.
3. Кононова Г.А., Циганов В.В. Профессиональная надежность персонала как фактор эффективной деятельности организации // Ученые записки Международного банковского института. 2017. № 20. С. 111–123.
4. Корнилова Т.В. Психология риска и принятия решений. М.: Аспект Пресс, 2003. 286 с.
5. Кузьмина Т.Н. Тест технической сообразительности Беннета («Техническое мышление»). Ярославль: Центр «Ресурс», 1999. 8 с.
6. Лебедева Т.Н. Инженерное мышление: определение и состав его компонентов // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 4-3. С. 66–68.
7. Нагорняк А.А. Условия формирования профессионального мышления будущего инженера // Профессиональное образование в России и за рубежом. 2012. № 4 (8). С. 116–119.
8. Осадчук О.Л. Профессиональная надежность преподавателя как фактор обеспечения качества подготовки студентов // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2014. № 1. С. 151–154.
9. Ракилов А.И. Принципы научного мышления. М.: Политиздат, 1975. 143 с.
10. Ракович Н.К. Практикум по психодиагностике личности. Минск: БГПУ, 2002. 248 с.
11. Резапкина Г.В. Отбор в профильные классы. М.: Генезис, 2006. 124 с.
12. Рожик А.Ю. Исторические этапы решения проблемы формирования инженерного мышления // Вестник ЮУрГУ. Серия «Образование. Педагогические науки». 2017. Т. 9. № 2. С. 98–113.
13. Рубцова Н.Е. Основные направления классификаций профессиональной деятельности // Психология и психотехника. 2015. № 5 (80). С. 501–510.
14. Савинков С.Н. Проблема изучения надежности как личностно-профессионального качества личности в психологической науке // Мир науки. Педагогика и психология. 2019. № 2. URL: <https://mir-nauki.com/PDF/45PSMN219.pdf> (дата обращения: 10.07.2021).
15. Graham R. Achieving excellence in engineering education: the ingredients of successful change. London: The Royal Academy of Engineering. 2012. P. 76. URL: <https://www.raeng.org.uk/publications/reports/achieving-excellence-in-engineering-education> (accessed: 05.07.2021).
16. Pope-Ruark. Design thinking in technical and professional communication: four perspectives // Journal of Business and Technical Communication. 2019. Vol. 33 (4). P. 530–565.
17. Tran M. Critical thinking for engineers // American Society for Engineering Education. 2019. P. 1–10.

## STUDY OF MANIFESTATION OF TYPES OF THINKING AND INDIVIDUAL PSYCHOLOGICAL PROPERTIES OF ENGINEERING STUDENTS AS PROFESSIONALLY SIGNIFICANT QUALITIES

**E.V. Balakshina**

Tver State Technical University, Tver

*The article discusses the distinctive features of engineering activities. It is noted the importance of determining the psychological determinants of the reliability of engineering activities at the initial stage of professional formation, where engineering thinking is one of the leading factors. Based on the theoretical analysis of domestic and foreign sources, «universal» criteria of engineering thinking are substantiated (logic, rationality, objectivity, reliance on images and symbols, general technical orientation as engineering skills of students, modeling, establishing relationships between subjects surrounding reality). Students of 1–2 courses of engineering specialties of different professional orientations acted as the examined contingent. Conclusions are formed, which describe the characteristics of the manifestation of engineering thinking of students studying in technical specialties. The revealed patterns can act as a resource potential for the reliability of professional activities.*

**Keywords:** *engineer, engineering activity, engineering thinking, design, professional reliability, professionally important qualities, technical creativity.*

Об авторе:

Балакшина Елена Владимировна – кандидат психологических наук, доцент, доцент кафедры психологии и философии ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», г. Тверь, Россия. SPIN-код: 8787-2928; e-mail: balakshina79@mail.ru

Author information:

Balakshina Elena Vladimirovna – PhD (Psychology), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Psychology and Philosophy of Tver State Technical University, Tver, Russia. SPIN-code: 8787-2928; e-mail: balakshina79@mail.ru