

ОЦЕНКА НАЧАЛЬНОГО УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ ИНЖЕНЕРНОГО МЫШЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ

А.Ю. Рожик

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия

Ускорение научно-технического прогресса диктует новые требования к подготовке будущих инженеров. В России вопрос подготовки инженерных кадров особенно актуален. Для создания собственных прорывных технологий необходимы отечественные специалисты. Обучение отечественные специалисты должны также проходить в своей стране. Чтобы подготовить грамотного инженера, необходимо учитывать специфику инженерной деятельности, инженерного мышления и требования социального заказа. В статье даны результаты анализа документов (Федеральный государственный образовательный стандарт, профессиональный стандарт, учебные планы) подготовки будущих инженеров. Анализ показал, что учебные планы не содержат дисциплины «Педагогика», «Психология», которые также, как и другие дисциплины учебного плана, направлены на формирование инженерного мышления. В статье обоснована критериально-уровневая шкала сформированности инженерного мышления студентов, представлены результаты констатирующего эксперимента. В эксперименте были использованы диагностические методики: тест невербальной креативности Э. Торренса, тест на техническое понимание Беннета, тест вербальной креативности Э. Торренса. В экспериментальном исследовании приняли участие студенты третьего курса технических направлений ЮУрГУ. Результаты эксперимента показали, что большинство студентов имеют средний уровень сформированности инженерного мышления, что ставит задачу его дальнейшего развития и формирования.

Ключевые слова: инженерное мышление, оценка уровня сформированности инженерного мышления студентов, критерии оценки сформированности инженерного мышления, уровни сформированности инженерного мышления, диагностические методики.

Во все времена и у всех народов ценились хорошо подготовленные специалисты, мастера своего дела, да и умелое обучение мастерству ценилось не менее высоко. Вот почему в истории педагогической науки в явном виде прослеживается постоянный поиск всё более совершенных методов и приёмов преподавания и подготовки кадров.

В.П. Беспалько¹

Актуальность проблемы

Сегодня общество как никогда нуждается в собственных грамотных специалистах, в том числе растёт спрос и на качественных инженеров. Чтобы получить грамотного специалиста инженера, необходимы новые подходы к подготовке такого специалиста. Подготовка должна вестись на качественно ином уровне. Целью подготовки должна стать не просто выдача диплома будущему специалисту, а целенаправленный, качественный, индивидуальный подход [1, 5, 6, 13, 33, 36, 37]. Инженер – это «товар штучный», если можно так выразиться. И соответственно требует к себе осо-

бого внимания. При подготовке будущего инженера необходимо учитывать специфику инженерной деятельности и особый склад, тип мышления. Кроме того, при подготовке необходимо также учитывать *принцип социосообразности*, т. е. подготовка должна отвечать требованиям социального заказа [1, 11, 12, 33].

В научных исследованиях отечественных и зарубежных учёных уделяется в настоящее время внимание вопросам подготовки будущих инженеров, где рассматривается понятие *инженер* и раскрывается сущность этого понятия.

Инженер – это профессия, требующая определенных знаний и мастерства при соз-

¹Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии. 2-е изд., испр. М.: Педагогика, 1989. 192 с.

дании приборов, устройств и разработке технологических процессов [7]. *Инженер* – человек, профессионально осуществляющий техническое творчество, это специалист с высшим техническим образованием, который в своей деятельности соединяет науку с производством, т. е. становится проводником науки в производстве [9]. В данных определениях отражены особенности профессии: образовательный уровень, профессиональные черты и характеристика деятельности инженера.

Инженерная деятельность имеет свои особенности и отличается от других видов деятельности. Например, *отличие от технической деятельности* заключается в том, что техническая деятельность основывается больше на опыте, практических навыках, догадке, а инженерная деятельность основывается на научных знаниях [14]. Отличие от *научной деятельности* заключается в цели. Цель науки – расширить познания людей, получить новое знание; задача – получение нового знания в процессе исследования. Цель инженерной деятельности – создать реальный прибор, устройство или разработать процесс, полезный людям; задача – создать это в процессе проектирования. Ученый изучает то, что существует, а инженер создаёт то, чего еще никогда не было. Главное, что отличает ученого от инженера – это то, над чем они работают, и конечный результат их работы [7]. Отличие инженерной деятельности от *других видов деятельности* заключается в том, что *инженерная деятельность* по своей роли в общественном производстве является производительным трудом, непосредственно участвующим в создании национального дохода [8]. *Цель инженерной деятельности* – повышение эффективности, в частности продуктивности любых видов деятельности, в том числе и научной, и инженерной, и сельскохозяйственной, и индустриальной, и медицинской, и политической путем их технологизации на всё более высоком уровне [33].

Так как инженер – это специалист, осуществляющий инженерную деятельность, имеющую свои особенности, в отличие от других видов деятельности, и обуславливающую особенности психологического склада инженера, то можно говорить об особом виде мышления – инженерном мышлении [7, 13, 14, 33, 36, 37].

Рассмотрев различные научные подходы и точки зрения понятия инженерного мышле-

ния, мы сформулировали собственное, авторское понятие инженерного мышления. *Инженерное мышление* – непрерывный социально-психический процесс, связанный с деятельностью, где основными компонентами являются различные типы мышления: политехническое, интегративно-симультанное (разносторонний подход к решению проблем), продуктивное, толерантное, командное. Отличительными его особенностями являются непрерывность и национальное самосознание, т. е. особенности российского менталитета. Кроме этого, инженерное мышление по характеру социальное.

Специфика инженерной деятельности на современном этапе состоит в согласованной, командной работе по генерированию идей, конструированию и введению в эксплуатацию современных технологий и разработок, способствующих технологическому развитию страны, национальной безопасности, решению вопросов импортозамещения. В связи с этим отличительные особенности инженерного мышления – непрерывность и работа в команде – исходят из самой специфики инженерного мышления и инженерной деятельности, командная составляющая – из процесса социального, т. е., формирующегося в социуме; а такая особенность, как национальное самосознание, исходит из особенностей российского менталитета. В настоящее время эти особенности особенно актуально учитывать при формировании инженерного мышления, так как они в будущем определяют национальную безопасность и решение вопросов импортозамещения [2, 3, 6, 10].

Таким образом, инженерное мышление – тип мышления, который помогает эффективно решать профессиональные задачи будущим специалистам. А так как формирование инженерного мышления начинается под воздействием профессионального образования, то система образования должна обеспечить это формирование.

Теоретический результат нашего анализа – вопрос о формировании инженерного мышления в университете на сегодняшний день становится актуальным.

Практический результат – выявлено несоответствие между теорией и практикой, раскрытое в ходе анализа документов: ФГОС 3, 3+, профессиональных стандартов и учебных планов подготовки студентов ВШЭКН ЮУрГУ [15–32]. Проведенный анализ привёл к выводу, что в рамках регламентированного учеб-

ными планами учебного процесса наблюдается недостаточное внимание к дисциплинам гуманитарного цикла, направленных на формирование компетенций и формирование инженерного мышления. В частности, учебные планы не содержат дисциплины гуманитарного цикла, такие как педагогика и психология, которые направлены на формирование компетенций, отражённых во ФГОСах и трудовых функций, отражённых в профессиональных стандартах.

Таким образом, фактическое состояние проблемы формирования инженерного мышления студентов в университете требует на практике разрешения.

Констатирующее исследование начального уровня сформированности инженерного мышления студентов

Для разрешения проблемы формирования инженерного мышления студентов в университете в перспективе и дальнейшей разработки педагогической модели по формированию инженерного мышления нами был проведён констатирующий этап эксперимента с целью выявления исходного уровня сформированности инженерного мышления студентов. Рас-

кроем ход констатирующего эксперимента пошагово.

Шаг 1. Вышеизложенные данные проведённого анализа обосновали выбор экспериментальной выборки. Выборка исследования – студенты III курса высшей школы электроники и компьютерных наук (ВШЭКН) – 112 человек. Всего на III курсе обучается около 259 студентов. Соблюдены два условия: 1) однородность выборки (III курс) и 2) количество – 112 человек, т. е. половина из всей генеральной совокупности говорит о репрезентативности выборки. Для проведения эксперимента были сформированы 4 группы по 28 человек в каждой, три экспериментальных и одна контрольная (ЭГ1, ЭГ2, ЭГ3, КГ). Студенты в группы были подобраны случайным образом (разных технических направлений, профиля ВШЭКН), что также подтверждает репрезентативность выборки.

Шаг 2. Следующим этапом работы стала разработка критериально-диагностического аппарата для оценки уровня сформированности инженерного мышления студентов. В качестве измеряемой переменной служит сформированность инженерного мышления (табл. 1).

Таблица 1

Критериально-диагностический аппарат исследования

| СТРУКТУРА ИНЖЕНЕРНОГО МЫШЛЕНИЯ (КОМПОНЕНТЫ) | КРИТЕРИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ СФОРМИРОВАННОСТИ ИНЖЕНЕРНОГО МЫШЛЕНИЯ | МЕТОДЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ИНЖЕНЕРНОГО МЫШЛЕНИЯ |
|---|--|--|
| 1. Политехническое | 1. <i>ТЕХНИЧЕСКИЙ</i> а) понятийно-теоретическое б) логическое в) наглядно-образное г) конструкторские способности д) аналитическое е) практическое | 1. <u>Тест Беннета</u> 2. Метод беседы |
| 2. Симультанное (разносторонний подход к решению задач) | 2. <i>ПРОДУКТИВНЫЙ</i> - <i>проблемно-поисковая активность, способы решения задач</i> а) творческое воображение (уровень креативности) б) алгоритмический (использование ранее полученных результатов) в) прогностические способности (интеллектуальная активность) | 1. <u>Тест невербальной креативности Э.Торренса</u> 2. Метод наблюдения за работой группы |
| 3. Продуктивное | | |
| 4. Коллективное | 3. <i>КОММУНИКАТИВНО-ГРУППОВОЙ</i> а) умение работать в команде б) способность обосновать предлагаемые решения в) толерантность к идеям и точкам зрения | 1. <u>Тест вербальной активности Э.Торренса</u> 2. Метод наблюдения за работой группы |
| 5. Толерантное | | |

Вопросы инженерного образования

Критериями оценки сформированности компонентов инженерного мышления являются:

- *технический*;
- *продуктивный*;
- *коммуникативно-групповой*.

К *уровням* сформированности инженерного мышления относятся: низкий уровень – продуктивный (алгоритмический); средний уровень – эвристический; высокий уровень – творческий.

Для выявления уровня сформированности инженерного мышления мы использовали *диагностический инструментарий* [34]:

- 1) тест невербальной креативности Э. Торренса «Закончи рисунок», предназначенный для диагностики студентов и взрослых;
- 2) тест механической понятливости Беннета;
- 3) тест вербальной креативности Э. Торренса.

Также мы использовали методы *наблюдения* и *беседы*.

Шаг 3. Разработка шкалы измерения по показателям.

При построении шкалы мы руководствовались математическим расчетом путем оценки каждого критерия [35]. Уровень сформированности инженерного мышления каждого студента рассчитывался по формуле средней арифметической. Полученное значение сопоставлялось со шкалой для определения уровня

сформированности инженерного мышления (табл. 2).

Таблица 2
Шкала уровней сформированности инженерного мышления

| | | | | | |
|---------------|------|----------------|------|----------------|---|
| 1,33 | 1,67 | 2 | 2,33 | 2,67 | 3 |
| <i>Низкий</i> | | <i>Средний</i> | | <i>Высокий</i> | |

Результаты констатирующего исследования

Проведенная работа позволила провести нулевой срез и с помощью анализа сделать выводы. Результаты диагностики (нулевой срез) на констатирующем этапе даны в табл. 3.

Данные таблицы свидетельствуют, что студенты экспериментальных и контрольной группы в основном имеют средний, эвристический уровень и только 21 % – высокий, творческий уровень. Данные указывают на недостаточный уровень сформированности инженерного мышления и на задачу необходимости формирования инженерного мышления.

Статистическое сравнение групп на предмет их однородности проведено с помощью непараметрического критерия (χ^2) К. Пирсона [4] (табл. 4).

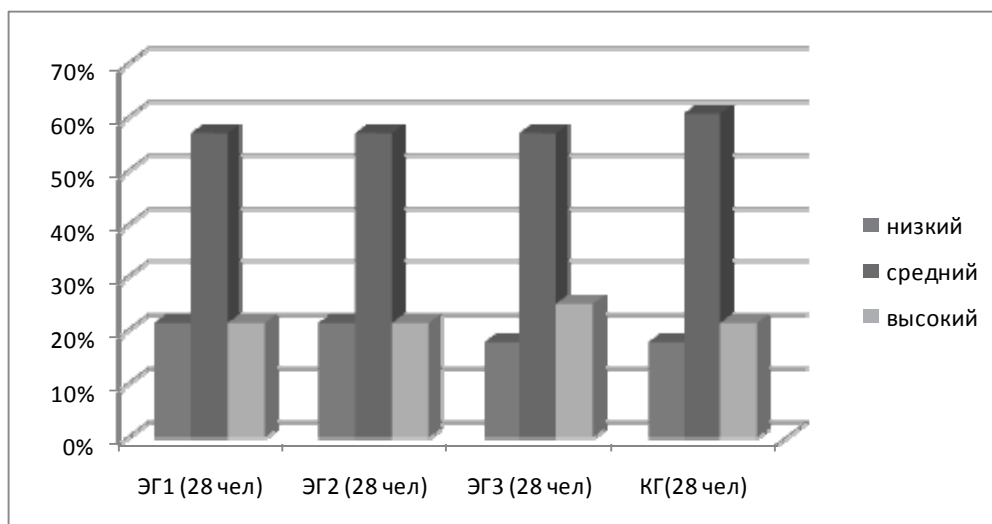
Представим уровни сформированности инженерного мышления (начальный срез) в виде диаграммы (см. рисунок).

Таблица 3
Уровни сформированности инженерного мышления на констатирующем этапе (нулевой срез)

| Уровень | ЭГ1 (28 чел.) | ЭГ2 (28 чел.) | ЭГ3 (28 чел.) | КГ (28 чел.) |
|----------------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| Низкий | 21 % | 21 % | 18 % | 18 % |
| Средний | 57 % | 57 % | 57 % | 61 % |
| Высокий | 21 % | 21 % | 25 % | 21 % |
| Средняя арифметическая в % | 2 | 2 | 2,071428571 | 2,03571429 |

Таблица 4
Статистическое сравнение групп на предмет их однородности

| Эмпирические значения групп | | |
|-----------------------------|-------------|---------|
| Группы | T эмп. | T крит. |
| КГ и ЭГ1 | 0,(12) | 5,99 |
| КГ и ЭГ2 | 0,121212121 | |
| КГ и ЭГ3 | 0,107226107 | |



Уровни сформированности инженерного мышления (начальный срез)

Заключение

Уровень подготовки будущих инженерных кадров в настоящее время становится одним из важных факторов, определяющих конкурентоспособность и инновационное развитие государства, его технологическую и экономическую безопасность. Качество любой деятельности зависит от грамотных специалистов, в том числе и от инженеров, способных в настоящее время решать научные и практические проблемы. В связи с этим, подготовка инженеров должна быть нестереотипной. Это значит, что педагогические модели и технологии должны строиться на научной основе с учетом специфики инженерной деятельности, специфики инженерного мышления – его компонентной структуры. Кроме того, подготовка должна исходить из мировых тенденций, технологического развития страны и принципа социосообразности, т. е. социального заказа. При составлении учебных планов необходимо руководствоваться неформальным подходом. Планы должны включать как дисциплины технического цикла, так и гуманитарного цикла, направленные на формирование инженерного мышления [5, 7, 13].

Анализ фактического состояния формирования инженерного мышления студентов ВШЭН ЮУрГУ выявил противоречие между социальным заказом и моделью, которая фактически получается на выходе. Противоречие выражается в несоответствии между компетенциями выпускника, указанными во ФГОСах, моделью выпускника, рекомендованной профессиональными стандартами (профессиональные функции) и учебными

планами, которые не содержат всего комплекса учебных дисциплин, направленных на формирование указанных компетенций и трудовых функций. В частности, учебные планы не содержат дисциплины гуманитарного цикла, такие как педагогика и психология, которые направлены на формирование компетенций, отраженных во ФГОСах (умение работать в команде, умение разрешать конфликты, умение построить линию собственного самосовершенствования) и трудовых функций, отраженных в профессиональных стандартах (знание основ психологии, умение работать в команде, умение руководить малой группой).

Был проведен констатирующий этап эксперимента, который выявил начальный уровень сформированности инженерного мышления студентов и позволил сделать вывод о необходимости его дальнейшего формирования.

Литература

1. Беспалько, В.П. *Слагаемые педагогической технологии* / В.П. Беспалько. – М.: Педагогика, 1989. – 192 с.
2. Гершунский, Б.С. *Готово ли современное образование ответить на вызовы XXI века?* / Б.С. Гершунский // Педагогика. – 2001. – № 10. – С. 3–12.
3. Гусев, Д. *В Роскосмосе ищут источник утечки о гиперзвуковом оружии. Главное* / Д. Гусев, В. Мальцев. – <http://www.tvc.ru/news/show/id/141971/> (дата обращения: 20.05.2018).
4. Ермолаев, О.Ю. *Математическая статистика для психологов* / О.Ю. Ермолаев. – М.: Моск. психол.-соц. ин-т: Флинта, 2003. – 336 с.

5. Котлярова, И.О. Системно-синергетическая концепция гуманно-ориентированного научно-образовательного процесса / И.О. Котлярова, Г.Н. Сериков // Вестник ЮУрГУ. Серия «Образование и педагогические науки». – 2009. – Вып. 2. – № 4 (137). – С. 10–14.
6. Кочелягин, Н. Импортозамещение требует модернизации образования / Н. Кочелягин // Босс. – 2015. – № 03.
7. Крик, Э. Введение в инженерное дело / Э. Крик. – М.: Энергия, 1970. – 176 с.
8. Негодаев, И.А. Философия техники / И.А. Негодаев. – Ростов н/Д.: Центр ДГТУ, 1997. – 562 с.
9. Некрасова, Н.А. Философия техники / Н.А. Некрасова, С.И. Некрасов. – М.: МИИТ, 2010. – 164 с.
10. Новиков, А.М. Развитие отечественного образования / А.М. Новиков. – М.: Эгвес, 2005. – 176 с.
11. Профстандарт: ПС 19. Инженер по приборам ориентации, навигации и стабилизации летательных аппаратов в ракетно-космической промышленности. – <http://classinform.ru/profstandarty/> (дата обращения: 20.05.2018).
12. Профстандарт: ПС 762. Специалист в области проектирования и сопровождения производства оптоэлектронных приборов и комплексов. – <http://classinform.ru/profstandarty/> (дата обращения: 20.05.2018).
13. Сазонова, З.С. Развитие инженерного мышления – основа повышения качества образования / З.С. Сазонова, Н.В. Четкина. – М.: МАДИ (ГТУ), 2007. – 195 с.
14. Степин, В.С. Философия науки и техники / В.С. Степин, В.Г. Горохов, М.А. Розов. – М.: Контакт-Альфа, 1995. – 384 с.
15. Учебный план по направлению подготовки 200100 «Приборостроение», профиль «Приборы, комплексы и элементная база приборостроения», тип программы – прикладной бакалавриат. – <https://www.susu.ru/sites/default/files/univeris/ff0ad638a-5088-4d9c-94a8-cb215fd9df45.pdf> (дата обращения: 20.05.2018).
16. Учебный план по направлению подготовки 161100 «Системы управления движением и навигация», профиль «Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации», тип программы – академический бакалавриат. – <https://www.susu.ru/sites/default/files/univeris/cbba25f8-3292-4803-ab5a-adda5da77950.pdf> (дата обращения: 20.05.2018).
17. Учебный план по специальности 161101 «Системы управления летательными аппаратами» (уровень специалитета). – <https://www.susu.ru/sites/default/files/univeris/30a3c057-fb7a-4776-a493-8fb88d192745.pdf> (дата обращения: 20.05.2018).
18. Учебный план по направлению подготовки 12.03.01 «Приборостроение», профиль «Приборы, комплексы и элементная база приборостроения», тип программы – прикладной бакалавриат. – <https://www.susu.ru/sites/default/files/univeris/300afa99-9963-446f-8eee-b3b295ec5564.pdf> (дата обращения: 20.05.2018).
19. Учебный план по направлению подготовки 12.04.01 «Приборостроение», профиль «Приборы, комплексы и элементная база приборостроения», тип программы – прикладная магистратура. – <https://www.susu.ru/sites/default/files/univeris/131b4d29-8b19-4000-8da2-045f6f32457.pdf> (дата обращения: 20.05.2018).
20. Учебный план по направлению подготовки 24.03.02 «Системы управления движением и навигация», профиль «Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации», тип программы – академический бакалавриат. – <https://www.susu.ru/sites/default/files/univeris/131b4d29-8b19-4000-8da2-045f6f327444.pdf> (дата обращения: 20.05.2018).
21. Учебный план по направлению подготовки 24.04.02 «Системы управления движением и навигация», профиль «Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации», тип программы – академическая магистратура. – <https://www.susu.ru/sites/default/files/univeris/131b4d29-8b19-4000-8da2-045f6f328786.pdf> (дата обращения: 20.05.2018).
22. Учебный план по специальности 24.05.06 «Системы управления летательными аппаратами» (уровень специалитета). – <https://www.susu.ru/sites/default/files/univeris/bb5a4d62-d89a-42e8-a738-43de7b8a0336.pdf> (дата обращения: 20.05.2018).
23. ФГОС ВО 3+ по направлению подготовки 24.03.02 «Системы управления движением и навигация» (уровень бакалавриат). – <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 20.05.2018).
24. ФГОС ВО 3+ по направлению подготовки 24.04.02 «Системы управления движением и навигация» (уровень магистратуры).

ра) – <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 20.05.2018).

25. ФГОС ВО 3+ по специальности 24.05.06 «Системы управления летательными аппаратами» (уровень специалитета). – <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 20.05.2018).

26. ФГОС ВО 3+ по направлению подготовки 12.04.01 «Приборостроение» (уровень магистратуры). – <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 20.05.2018).

27. ФГОС ВО 3+ по направлению подготовки 12.03.01 «Приборостроение» (уровень бакалавриат). – <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 20.05.2018).

28. ФГОС ВПО 3 по направлению подготовки (специальности) 161101 «Системы управления летательными аппаратами». Квалификация (степень) специалист. – <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 20.05.2018).

29. ФГОС ВПО 3. Направление подготовки 161100 Системы управления движением и навигация. Квалификация (степень) бакалавр. – <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 20.05.2018).

30. ФГОС ВПО 3. Направление подготовки 161100 Системы управления движением и навигация. Квалификация (степень) ма-

гистр. – <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 20.05.2018).

31. ФГОС ВПО 3. Направление подготовки 200100 Приборостроение. Квалификация (степень) бакалавр. – <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 20.05.2018).

32. ФГОС ВПО 3. Направление подготовки 200100 Приборостроение. Квалификация (степень) магистр. – <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 20.05.2018).

33. Шейнбаум, В.С. Методология инженерной деятельности. – Н. Новгород: РГУ нефти и газа, 2007. – 360 с.

34. Шпалинский, В.В. Психология менеджмента / В.В. Шпалинский. – М.: УРАО, 2003. – 184 с.

35. Яковлев, Е.В. Педагогическое исследование: содержание и представление результатов / Е.В. Яковлев, Н.О. Яковлева. – Челябинск: РБИУ, 2010. – 317 с.

36. Lucas, B *Thinking Like an Engineer: Using Engineering Habits of Mind and Signature Pedagogies to Redesign Engineering* / B. Lucas, J. Hanson // *iJEP*. – 2016. – Vol. 6, iss. 2. – P. 4–13.

37. Woks, Sh. *Engineering Thinking: the Expert's Perspective* / Sh. Woks, E. Trotskovsky, N. Sabag // *International Journal of Engineering Education*. – 2011. – № 27 (4). – P. 838–851.

Рожик Алла Юрьевна, аспирант кафедры безопасности жизнедеятельности, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, rozhikai@susu.ru.

Поступила в редакцию 19 мая 2018 г.

DOI: 10.14529/ped180309

ASSESSMENT OF INITIAL FORMATION LEVEL OF STUDENTS' ENGINEERING THINKING

A.Ju. Rozhik, rozhikai@susu.ru

South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

Technical progress puts forward the requirements for the training of future engineers. The issue of training of engineers is particularly important in Russia. We need specialists who can create breakthrough technologies. Domestic specialists should be trained in their country. To prepare a competent engineer, it is necessary to take into account the specifics of engineering activities, engineering thinking, and the state education standards. The article presents the results of the analysis of documents (educational standards, professional standards, syllabus) for training future engineers. The analysis showed that the curriculum of future engineers does not contain such disciplines as pedagogy, psychology, which, as well as other disciplines of the curriculum are aimed to form engineering thinking. The article presents the results of an ascertaining experiment aimed

to assess the initial level of formation of students' engineering thinking. The criteria and levels of formation of engineering thinking are given. The following diagnostic methods were used: E. Torrence's nonverbal creativity test, E. Torrence's verbal creativity test, Bennet's technical thinking test. The respondents were the 3rd year students of different technical specialties studying at South Ural State University. The results of the experiment showed that the majority of students have an average level of formation of engineering thinking. This requires further development and formation of engineering thinking.

Keywords: engineering thinking, assessment of engineering thinking level of students', assessment criteria of engineering thinking level, engineering thinking levels, diagnostic methods.

References

1. Bepal'ko V.P. *Slagaemye pedagogicheskoy tekhnologii* [Components of Pedagogical Technology]. Moscow, Pedagogika Publ., 1989. 192 p.
2. Gershunskiy B.S. [Ready Modern Education to Meet the Challenges of the XXI Century?]. *Pedagogy*, 2001, no. 10, pp. 3–12. (in Russ.)
3. Gusev D., Mal'tsev V. *V Roskomose ishchut istochnik utechki o giperzvukovom oruzhii. Glavnoe* [There is a Search for the Source of the Leak of Hypersonic Weapons in Roscosmos. Main Thing]. Available at: <http://www.tvc.ru/news/show/id/141971/> (accessed 20.05.2018).
4. Ermolaev O.Yu. *Matematicheskaya statistika dlya psikhologov* [Mathematical Statistics for Psychologists]. Moscow, Moskovskiy psikhologo-sotsial'nyy institute Publ., Flinta Publ., 2003. 336 p.
5. Kotlyarova I.O. [Systematic and Synergetic Conception of Human Education]. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Education. Educational Sciences*, 2009, vol. 4, iss. 2, pp. 10–14. (in Russ.)
6. Kochelyagin N. [Import Substitution Requires the Modernization of Education]. *Boss*, 2015, iss. 3. (in Russ.)
7. Krik E. *Vvedenie v inzhenernoe delo* [An Introduction to Engineering and Engineering Design]. Moscow, Energiya Publ., 1970. 176 p.
8. Negodaev I.A. *Filosofiya tekhniki* [Philosophy of Technology]. Rostov-on-Don, Tsentr DGTU Publ., 1997. 562 p.
9. Nekrasov N.A., Nekrasov S.I. *Filosofiya tekhniki* [The Philosophy of Technology]. Moscow, MIIT Publ., 2010. 164 p.
10. Novikov A.M. *Razvitie otechestvennogo obrazovaniya* [The Development of Domestic Education]. Moscow, Egves Publ., 2005. 176 p.
11. *Profstandart: PS 19. Inzhener po priboram orientatsii, navigatsii i stabilizatsii letatel'nykh apparatov v raketno-kosmicheskoy promyshlennosti* [Professional Standard: PS-19. Engineer for Instruments of Orientation, Navigation and Stabilization of Aircraft in the Rocket and Space Industry]. Available at: <http://classinform.ru/profstandarty> (accessed 20.05.2018).
12. *Profstandart: PS 762. Spetsialist v oblasti proektirovaniya i soprovozhdeniya proizvodstva optotekhniki, opticheskikh i optiko-elektronnykh priborov i kompleksov* [Professional Standard: PS 762. Specialist in the Field of Design and Maintenance of Production of optical Equipment, Optical and Optoelectronic Devices and Complexes]. Available at: <http://classinform.ru/profstandarty> (accessed 20.05.2018).
13. Sazonova Z.S., Chechetkina N.V. *Razvitie inzhenernogo myshleniya – osnova po-vysheniya kachestva obrazovaniya* [Development of Engineering Thinking-the Basis for Improving the Quality of Education]. Moscow, MADI (GTU) Publ., 2007. 195 p.
14. Stepin V.S., Gorokhov V.G., Rozov M.A. *Filosofiya nauki i tekhniki* [Philosophy of Science and Technics]. Moscow, Kontakt Al'fa Publ., 1995. 384 p.
15. *Uchebnyy plan po napravleniyu podgotovki 200100 "Priboro-stroenie", profil' "Pribory, komplekсы i elementnaya baza priboro-stroeniya", tip programmy – prikladnoy bakalavriat* [Curriculum Admission in the Direction of Preparation 200100 "Instrument-Structure" Profile "Devices, Systems and Components of the Instrument-Structure", the Type of Program – Applied Bachelor]. Available at: <https://www.susu.ru/sites/default/files/univeris/f0ad638a-5088-4d9c-94a8-cb215fd9df45.pdf> (accessed 20.05.2018).

16. *Uchebnyy plan po napravleniyu podgotovki 161100 "Sistemy upravleniya dvizheniem i navigatsiya", profil' "Pribory i sistemy orientatsii, stabilizatsii i navigatsii", tip programmy – akademicheskoy bakalavriat* [Curriculum Admission in the Direction of Preparation 161100 "Motion Control and Navigation" Profile "Devices and Orientation Systems, Stabilization and Navigation", the Type of Program – Academic Bachelor]. Available at: <https://www.susu.ru/sites/default/files/univeris/cbba25f8-3292-4803-ab5a-adda5da77950.pdf> (accessed 20.05.2018).

17. *Uchebnyy plan po spetsial'nosti 161101 "Sistemy upravleniya letatel'nymi apparatami" (uroven' spetsialiteta)* [Curriculum Admission in the Specialty 161101 "Control Systems of Flying Machines" (Qualification "Specialist")]. Available at: <https://www.susu.ru/sites/default/files/univeris/30a3c057-fb7a-4776-a493-8fb88d192745.pdf> (accessed 20.05.2018).

18. *Uchebnyy plan po napravleniyu podgotovki 12.03.01 "Priborostroenie", profil' "Pribory, komplekсы i elementnaya baza priborostroeniya", tip programmy – prikladnoy bakalavriat* [Curriculum Admission in the Direction of Preparation 12.03.01 "Instrument-Making" Profile "Devices, Systems and Components of Instrument", the Type of Program – Applied Bachelor]. Available at: <https://www.susu.ru/sites/default/files/univeris/300afa99-9963-446f-8eea-b3b295ec5564.pdf> (accessed 20.05.2018).

19. *Uchebnyy plan po napravleniyu podgotovki 12.04.01 "Priborostroenie", profil' "Pribory, komplekсы i elementnaya baza priborostroeniya", tip programmy – prikladnaya magistratura* [Curriculum Admission in the Direction of Preparation 12.04.01 "Instrument-Making" Profile "Devices, Systems and Components of Instrument", the Type of Program – Applied Master]. Available at: <https://www.susu.ru/sites/default/files/univeris/131b4d29-8b19-4000-8da2-045f6f32457.pdf> (accessed 20.05.2018).

20. *Uchebnyy plan po napravleniyu podgotovki 24.03.02 "Sistemy upravleniya dvizheniem i navigatsiya", profil' "Pribory i sistemy orientatsii, stabilizatsii i navigatsii", tip programmy – akademicheskoy bakalavriat* [Curriculum Admission in the Direction of Preparation 24.03.02 "Motion Control Systems and Navigation" Profile "Devices and Orientation Systems, Stabilization and Navigation", the Type of Program – Academic Bachelor]. Available at: <https://www.susu.ru/sites/default/files/univeris/131b4d29-8b19-4000-8da2-045f6f327444.pdf> (accessed 20.05.2018).

21. *Uchebnyy plan po napravleniyu podgotovki 24.04.02 "Sistemy upravleniya dvizheniem i navigatsiya", profil' "Pribory i sistemy orientatsii, stabilizatsii i navigatsii", tip programmy – akademicheskaya magistratura* [Curriculum Admission in the Direction of Preparation 24.04.02 "Motion Control Systems and Navigation" Profile "Devices and Orientation Systems, Stabilization and Navigation", the Type of Program – Academic Master]. Available at: <https://www.susu.ru/sites/default/files/univeris/131b4d29-8b19-4000-8da2-045f6f328786.pdf> (accessed 20.05.2018).

22. *Uchebnyy plan po spetsial'nosti 24.05.06 "Sistemy upravleniya letatel'nymi apparatami" (uroven' spetsialiteta)* [Curriculum Admission in the Specialty 24.05.06 "Control Systems of Flying Machines" (Qualification "Specialist")]. Available at: <https://www.susu.ru/sites/default/files/univeris/bb5a4d62-d89a-42e8-a738-43de7b8a0336.pdf> (accessed 20.05.2018).

23. *FGOS VO 3+ po napravleniyu podgotovki 24.03.02 "Sistemy upravleniya dvizheniem i navigatsiya" (uroven' bakalavriat)* [Federal State Educational Standard of Higher Education 3+ in the Direction of Preparation 24.03.02 "Motion Control Systems and Navigation" (Bachelor's Level)]. Available at: <http://www.consultant.ru> (accessed 20.05.2018).

24. *FGOS VO 3+ po napravleniyu podgotovki 24.04.02 "Sistemy upravleniya dvizheniem i navigatsiya" (uroven' magistratura)* [Federal State Educational Standard of Higher Education 3+ in the Direction of Preparation 24.04.02 "Motion Control Systems and Navigation" (Master's Degree)]. Available at: <http://www.consultant.ru> (accessed 20.05.2018).

25. *FGOS VO 3+ po spetsial'nosti 24.05.06 "Sistemy upravleniya letatel'nymi apparatami" (uroven' spetsialiteta)* [Federal State Educational Standard of Higher Education 3+ in the Specialty 24.05.06 "Control Systems of Flying Machines" (Qualification "Specialist")]. Available at: <http://www.consultant.ru> (accessed 20.05.2018).

26. *FGOS VO 3+ po napravleniyu podgotovki 12.04.01 "Priborostroenie" (uroven' magistratury)* [Federal State Educational Standard of Higher Education 3+ in the Direction of Preparation 12.04.01 "Instrument-Making" (Master's Degree)]. Available at: <http://www.consultant.ru> (accessed 20.05.2018).

27. *FGOS VO 3+ po napravleniyu podgotovki 12.03.01 "Priboro-stroenie" (uroven' bakalavriat)* [Federal State Educational Standard of Higher Education 3+ in the Direction of Preparation 12.03.01 "Instrument-Making" (Bachelor's Level)]. Available at: <http://www.consultant.ru> (accessed 20.05.2018).
28. *FGOS VPO 3 po napravleniyu podgotovki (spetsial'nosti) 161101 "Sistemy upravleniya letatel'nymi apparatami". Kvalifikatsiya (stepen') spetsialist* [Federal State Educational Standard of Higher Professional Education 3 in the Specialty 161101 "Control Systems of Flying Machines" (Qualification "Specialist")]. Available at: <http://www.consultant.ru> (accessed 20.05.2018).
29. *FGOS VPO 3. Napravlenie podgotovki 161100 Sistemy upravleniya dvizheniem i navigatsiya. Kvalifikatsiya (stepen') bakalavr* [Federal State Educational Standard of Higher Professional Education 3 in the Direction of Preparation 161100 "Motion Control Systems and Navigation" (Bachelor's Level)]. Available at: <http://www.consultant.ru> (accessed 20.05.2018).
30. *FGOS VPO 3. Napravlenie podgotovki 161100 Sistemy upravleniya dvizheniem i navigatsiya. Kvalifikatsiya (stepen') magistr* [Federal State Educational Standard of Higher Professional Education 3 in the Direction of Preparation 161100 "Motion Control Systems and Navigation" (Master's Degree)]. Available at: <http://www.consultant.ru> (accessed 20.05.2018).
31. *FGOS VPO 3. Napravlenie podgotovki 200100 Priborostroenie. Kvalifikatsiya (stepen') bakalavr* [Federal State Educational Standard of Higher Professional Education 3 in the Direction of Preparation 200100 "Instrument-Making" (Bachelor's Level)]. Available at: <http://www.consultant.ru> (accessed 20.05.2018).
32. *FGOS VPO 3. Napravlenie podgotovki 200100 Priborostroenie. Kvalifikatsiya (stepen') magistr* [Federal State Educational Standard of Higher Professional Education 3 in the Direction of Preparation 200100 "Instrument-Making" (Master's Degree)]. Available at: <http://www.consultant.ru> (accessed 20.05.2018).
33. Sheynbaum V.S. *Metodologiya inzhenernoy deyatel'nosti* [Engineering Methodology]. Nizhniy Novgorod, RGU Nefti i Gaza Publ., 2007. 360 p.
34. Shpalinskiy V.V. *Psikhologiya menedzhmenta* [The Psychology of Management]. Moscow, URAO Publ., 2003. 84 p.
35. Yakovlev E.V., Yakovleva N.O. *Pedagogicheskoe issledovanie: sodержanie i predstavlenie rezul'tatov* [Pedagogical Research: Content and Presentation of Results]. Chelyabinsk, RBU Publ., 2009. 317 p.
36. Lucas B., Hanson J. [Thinking Like an Engineer: Using Engineering Habits of Mind and Signature Pedagogies to Redesign Engineering]. *iJEP*, 2016, vol. 6, iss. 2, pp. 4–13. DOI: 10.3991/ijep.v6i2.5366
37. Woks Sh., Trotskovsky E., Sabag N. [Engineering Thinking: the Expert's Perspective]. *International Journal of Engineering Education*, 2011, vol. 27 (4), pp. 838–851.

Received 19 May 2018

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Рожик, А.Ю. Оценка начального уровня сформированности инженерного мышления студентов / А.Ю. Рожик // Вестник ЮУрГУ. Серия «Образование. Педагогические науки». – 2018. – Т. 10, № 3. – С. 85–94. DOI: 10.14529/ped180309

FOR CITATION

Rozhik A.Ju. Assessment of Initial Formation Level of Students' Engineering Thinking. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Education. Educational Sciences*. 2018, vol. 10, no. 3, pp. 85–94. (in Russ.) DOI: 10.14529/ped180309
