

ОБЗОРЫ

УДК 37.01

**МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ  
ИНЖЕНЕРНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ОСНОВНОГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**Фаритов А.Т.**

*ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И.Н. Ульянова»,  
Ульяновск, e-mail: anatolij-faritov@yandex.ru*

Новые тенденции научно-технического прогресса детерминируют новые условия подготовки будущих инженерных кадров в стране. Для обеспечения стратегической независимости в экономике, производстве и науке России необходимы высококвалифицированные отечественные специалисты. Инженерное образование должно начинаться ещё на этапе основного образования, что обеспечит раннее формирование инженерной компетенции у обучающихся, предпрофильную подготовку и раннюю профессиональную ориентацию подрастающего поколения. Становится очевидной необходимость интеграции технического, научного и производственного знания для разработки передовых экономически обоснованных разработок для внедрения в различные области жизнедеятельности человека. Подготовка специалистов, способных ответить на стоящие перед ними вызовы окружающего пространства, должна начинаться со школьной скамьи, с подросткового возраста, когда ещё есть возможность привить учащимся навыки работы с техническими системами, высокоточными устройствами, компьютерными программами. В статье рассмотрен вопрос выбора диагностического инструментария для определения уровня сформированности инженерной компетенции обучающихся. В опытно-экспериментальной работе были использованы подростковый 14-факторный личностный опросник Кеттелла 14PF; тест Т. Элерса «Мотивация к успеху», метод экспертных оценок, тест «Коммуникативные и организаторские склонности» В.В. Сиявского, В.А. Федоришина, тест механической понятливости Беннета, методика диагностики рефлексивности (Карпова А.В.).

**Ключевые слова:** инженер, инженерная компетенция, основное общее образование

**METHODS OF DIAGNOSTICS OF THE LEVEL OF FORMATION OF ENGINEERING  
COMPETENCE OF STUDENTS OF BASIC GENERAL EDUCATION**

**Faritov A.T.**

*Ulyanovsk State Pedagogical University named after I.N. Ulyanov, Ulyanovsk,  
e-mail: anatolij-faritov@yandex.ru*

New trends in scientific and technological progress determine new conditions for training future engineering personnel in the country. To ensure strategic independence in the economy, production and science of Russia, highly qualified domestic specialists are needed. Engineering education should begin at the stage of basic education, which will ensure the early formation of engineering competence among students, pre-professional training and early professional orientation of the younger generation. It becomes obvious that it is necessary to integrate technical, scientific and industrial knowledge for the development of advanced economically sound developments for implementation in various areas of human life. Training of specialists who are able to respond to the challenges of the surrounding space should begin from the school bench, from adolescence, when there is still an opportunity to instill in students the skills of working with technical systems, high-precision devices, computer programs. The article deals with the choice of diagnostic tools for determining the level of formation of engineering competence of students. In the experimental work, the adolescent 14-factor personality questionnaire Kettell 14PF was used; the test of T. Ehlers «Motivation to success», the method of expert assessments, the test «Communicative and organizational aptitudes» by V.V. Sinyavsky, V.A. Fedorishin, the test of Bennett's mechanical understanding, the method of diagnosing reflexivity (Karpova A.V.).

**Keywords:** engineer, engineering competence, basic education

В настоящей статье ставится цель рассмотреть вопрос выбора диагностического инструментария для определения уровня сформированности инженерной компетенции обучающихся основного общего образования.

На сегодняшний день повышение уровня престижа профессии инженера становится стратегически важной для Российской Федерации задачей, требующей безотлагательного решения. Для эффективного и стабильного развития производственного

кластера требуются высококвалифицированные кадры с инновационным и рационалистическим мышлением, способные конкурировать на международном рынке промышленного производства. Данный фактор обуславливает, с одной стороны, возрастающую роль преподавания в школе внеурочной деятельности по направлению инженерия, с другой стороны – изучение вопроса формирования инженерной компетенции обучающихся основного общего образования.

Новое время, новые тенденции в развитии экономики определяют вектор преобразований в инженерном образовании. Наступает время для сосредоточения государственной поддержки и оказания адресной помощи в воспитании молодого поколения будущих инженеров-новаторов, от которых ожидают прорывных идей в секторе научного, промышленного производства.

В требованиях Федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования (ФГОС ООО) определены условия для формирования совокупности значимых личностных качеств обучающихся, навыков и умений к научно-техническому творчеству, изобретательству [1]. В данном контексте формирование инженерной компетенции обучающихся становится стратегически важным ресурсом развития общества в целом.

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

И.А. Зимняя раскрывает понятие компетенция как «...некоторые внутренние, потенциальные, сокрытые психологические новообразования (знания, представления, программы (алгоритмы) действий, системы ценностей и отношений), которые затем выявляются в компетентностях человека как актуальных, деятельностных проявлений» [2, с. 40].

К рассмотрению инженерной компетенции школьников обращаются ряд отечественных авторов. Так, И.С. Шмыгова, М.Е. Чекулева [3], В.Е. Михайлова [4], Л.А. Морамзина, Н.П. Безрукова [5] рассматривают изучаемое понятие с точки зрения формирования навыков работы с техническими устройствами, развития творческих способностей с помощью решения прикладных задач. Ю.А. Подворчан [6] под инженерной компетенцией понимает готовность школьников к анализу инженерных проблем, способность осуществлять поиск информации и внедрять инновации.

Под инженерной компетенцией обучающихся основного общего образования мы понимаем совокупность личностно-мотивационного, коммуникативно-деятельностного, когнитивного рефлексивно-оценочного компонентов, выражающихся в позитивном отношении к инженерной деятельности и её осуществлению на основе полученных знаний, умений и навыков. Содержательное наполнение данных компонентов включает: мотивацию и ценностные установки к инженерной деятельности; набор определенных знаний и умений, обеспечивающих успешное выполнение инженерной деятельности; способность к сотрудниче-

ству, самоанализу и самоконтролю; дисциплинированность и организованность.

В содержании ФГОС ООО второго поколения можно выделить личностные характеристики выпускника школы, которые можно отнести к инженерной компетенции:

1) креативное мышление, стремление к активному познанию мира, проявление интереса к науке и технике, человеческому труду;

2) осознание основ научных методов познания окружающего мира;

3) повышенный интерес к инновационной и творческой деятельности;

4) готовность к сотрудничеству, способность выполнять проектную и исследовательскую деятельность [1].

Развитие технического мышления обучающихся общеобразовательной школы является актуальной проблемой современного образования, для решения которой необходимо применять новые подходы и методы, позволяющие мотивировать на выбор профессии инженера [7]. Согласно ФГОС ООО внеурочная деятельность является частью неотъемлемой программы основного общего образования, направлена на формирование и развитие умений, навыков и способностей обучающихся, включение ученика в сферу социальных отношений [1]. Применение инновационных методов во внеурочной деятельности открывает для учителей новые возможности по ранней профориентации, помощи в приобретении школьниками социального знания (знания об общественных нормах, об устройстве общества, о социально одобряемых и неодобряемых формах поведения в обществе и т.д.); получение ими опыта переживания и позитивного отношения к базовым ценностям общества; опыта самостоятельного общественного действия [8].

Вопросы инженерного образования на сегодняшний день являются одними из актуальных в исследованиях отечественных и зарубежных учёных [9–11]. Данные исследования посвящены процессу инженерного образования, в основе которого заложено обучение конструированию и моделированию от элементарных предметов домашнего быта до объектов промышленного производства. В своих работах авторы приводят практические рекомендации и делятся полученным опытом интеграции в образовательный процесс процесса обучения инженерному делу. Однако некоторые учёные выявили ряд противоречий между требованиями федерального государственного стандарта и образовательными программами учебных заведений, они приходят к выводу о необходимости включения

в образовательный процесс дополнительных дисциплин для формирования навыков командной работы, умений производить материальный продукт, получения знаний о работе с высокотехнологичным оборудованием [12–14].

Формированию инженерной компетенции у школьников способствует технология проектной деятельности [7]. В процессе работы над проектом учащиеся сталкиваются с проблемой нехватки практических навыков моделирования объектов. Для решения данной проблемы можно использовать в образовательном процессе 3D-принтер, с помощью которого можно тактильно ощутить проектируемый объект. Интеграция 3D-печати в проектную деятельность позволяет корректно и точно разработать модель, внести изменения, доработать.

Для обеспечения эффективного исследуемого процесса необходимо разработать и обосновать педагогическую модель, в которой отражены педагогические условия, методологические подходы, принципы, средства, методы, диагностический инструментарий, планируемый результат.

Инженер – это профессионал, осуществляющий техническое творчество, получивший высшее (или специальное) образование, который в своей деятельности соединяет науку и производство [15]. Инженерная деятельность заключается в осуществлении технических действий, основываясь на приобретённом опыте, умениях, практических навыках и научных знаниях.

С целью проверки эффективного функционирования разработанной модели нами была проведена опытно-экспериментальная работа. При организации и проведении экспе-

риментальной работы мы опирались на следующие принципы: принцип целостности, принцип научности и принцип результативности. Данные принципы отражают общие требования, предъявляемые к осуществлению педагогического эксперимента. Согласно цели нашего исследования, в качестве одной из задач было определение диагностического инструментария, выявление критериев, показателей и уровней сформированности инженерной компетенции обучающихся.

Под критерием понимают «признак, на основании которого производится оценка, определение или классификация чего-либо, мерило суждения, оценки» [16, с. 238]. Критерием сформированности инженерной компетенции обучающихся выступают её компоненты (личностно-мотивационный, коммуникативно-деятельностный, когнитивный, рефлексивно-оценочный). При определении критериев мы опирались на принцип адекватности. На основе анализа современной педагогической литературы по проблеме инженерного образования [17–19] нами были составлены критерии, показатели, методы и средства диагностики уровня сформированности инженерной компетенции обучающихся основного общего образования (таблица).

Более подробно рассмотрим диагностический инструментарий. Для диагностики личностных качеств обучающихся был использован 14-факторный опросник Кеттелла, включающий шкалы «конформность – доминантность» (самостоятельность, фактор E), «низкая нормативность – высокая нормативность» (ответственность, фактор G), «застенчивость – авантюризм» (уверенность в себе, фактор H) [20].

Критерии, показатели и методы диагностики сформированности инженерной компетенции обучающихся основного общего образования

Критерии, показатели	Методы и средства диагностики
<i>Личностно-мотивационный:</i> наличие мотивов, способствующих целенаправленному освоению инженерной деятельностью; потребность в творческой самореализации; наличие устойчивого интереса к профессии инженера	Подростковый 14-факторный личностный опросник Кеттелла 14PF; тест Т. Элерса «Мотивация к успеху»
<i>Коммуникативно-деятельностный:</i> способность находить инновационные решения поставленных задач; осуществлять качественный отбор средств и способов проектирования; готовность к сотрудничеству, стремление к лидерству	Метод экспертных оценок, тест «Коммуникативные и организаторские склонности» В.В. Сивянского, В.А. Федоришина
<i>Когнитивный:</i> владение передовыми и интегрированными знаниями, которые необходимы для осуществления инженерной деятельности; умение анализировать ситуации, связанные с исследовательской и проектной деятельностью	Тест механической понятливости Беннета
<i>Рефлексивно-оценочный:</i> способность проводить самоанализ и адекватно оценивать собственную деятельность; объективно анализировать проблемную ситуацию	методика диагностики рефлексивности (Карпова А.В.)

Шкала Е отражает качество личности «конформность», которое характерно для подростка, руководствующегося мнением окружающих, который не в силах отстоять свою точку зрения, тогда как «доминантность» присуща подросткам, которые стремятся занять лидирующие позиции в коллективе, нацеленным на самоутверждение себя, своей самостоятельности и независимости. Средние значения являются наиболее приемлемыми и отражают сформированность личности как самостоятельного индивида, способного обдуманно и взвешенно принимать решения.

Качество «нормативность» поведения присуще подросткам, проявляющим слабый интерес к выполнению общественно значимых работ, пренебрегающим своими обязанностями, с отсутствием стойкой мотивации. «Высокая нормативность» отражает степень ответственности, настойчивости в достижении поставленной цели, дисциплинированности. Такие подростки в будущем будут трудолюбивы, аккуратны и ответственны.

Фактор Н отражает степень взаимоотношений подростка с окружающими людьми. Робкие и застенчивые учащиеся не уверены в своих силах, часто терзаются чувством собственной неполноценности, как правило, медлительны и сдержанны. Преобладание качества «смелость» может выражаться в решительности, предприимчивости, активности, способности принимать самостоятельные, неординарные решения, что, несомненно, необходимо в профессиональной работе инженера.

Для определения уровня коммуникативных и организаторских склонностей применяется методика В.В. Синаевского, В.А. Федоришина [21]. Опросник содержит 40 вопросов, рассчитан на 20–25 мин. При помощи данной методики можно выявить способности обучающихся к взаимодействию в команде, устанавливать деловые и товарищеские контакты с людьми, проявлять инициативу и т.д.

Тест механической понятливости Беннета применяется для определения склонности подростков к работе с техническими устройствами. Тест состоит из 60 заданий, проиллюстрированных изображениями [22]. Задания школьники могут выполнять в любой последовательности, выбирая один из четырех представленных вариантов, при этом за каждый правильный ответ начисляется один балл. Интерпретация результатов производится исходя из особенностей конкретной выборки. С помощью теста Беннета определяют такие навыки, как: а) инженерный склад ума; б) пространственное мыш-

ление; в) владение основными законами физики; г) понимание базовых принципов устройства окружающего мира.

Для определения уровня развития такого личностного свойства, как рефлексивность, применяется методика А.В. Карпова [23]. Методика направлена на раскрытие степени развития рефлексивности личности, которая представляет собой способность индивида производить действия, выходя за рамки собственного «Я», проводить качественный анализ и осмысление через сравнение своего «Я» с окружающими событиями. Рефлексия направлена на раскрытие внутреннего состояния школьника перед принятием решения в определённой ситуации, с учётом различных вариантов конечного исхода события. Выявленный высокий уровень рефлексивности у ребёнка означает наличие в большей степени таких умений, как осмысливать, изучать и анализировать ситуацию. Способность к мысленной проверке гипотез, прежде чем принять тот или иной вариант развития событий.

Результаты диагностики обрабатываются и анализируются экспертной группой. Метод экспертных оценок позволяет наиболее объективно оценить экспериментальные данные [24]. Привлеченные эксперты осуществляют интерпретацию полученных результатов, предоставляют заключение об эффективности реализации модели формирования инженерной компетенции обучающихся основного общего образования.

### Заключение

На сегодняшний день обеспечение независимости и конкурентоспособности страны должно осуществляться за счёт создания эффективной системы наращивания и наиболее полного использования интеллектуального потенциала нации. Для достижения поставленной цели необходимо решить задачу создания возможности для выявления талантливой молодежи и построения успешной карьеры в области науки, технологий и инноваций, обеспечить тем самым развитие интеллектуального потенциала страны. В связи с этим подготовка инженерных кадров должна начинаться ещё на этапе основного общего образования.

Проведённая работа позволила провести диагностику уровня сформированности инженерной компетенции обучающихся основного общего образования на констатирующем и обобщающем этапе опытно-экспериментальной работы. Диагностика осуществлялась с помощью комплекса методов: наблюдение, тестирование, опрос, экспертные оценки. Применяемая нами методика оценки уровня сформированно-

сти инженерной компетенции с помощью различных тестов может не в полной мере отражать реальный уровень знаний, умений и навыков обучающихся. В дальнейших исследованиях необходимо изучить влияние и на отдельные компоненты инженерной компетенции: коммуникативный, деятельностный, рефлексивный и когнитивный.

### Список литературы

1. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (утвержден приказом Министерства образования и науки № 1155 от 17.10.2013 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.методкабинет.рф> (дата обращения: 24.01.2021).
2. Зимняя И.А. Ключевые компетенции – новая парадигма результата образования // Высшее образование сегодня. 2003. № 5. С. 34–42.
3. Шмыгова И.С., Чекулева М.Е. Прикладные задачи – как средство формирования инженерной компетенции школьников // Научное сообщество студентов XXI столетия. Гуманитарные науки: сборник статей по материалам XLV международной научно-практической конференции. 2016. № 8. С. 49–57.
4. Михайлова В.Е. Развитие инженерной компетенции в условиях дополнительного образования детей // Роль инноваций в трансформации современной науки: тезисы докладов Международной научно-практической конференции (Уфа, июль 2016 г.). Уфа: НИЦ Аэтерна, 2016. С. 264–267.
5. Морамзина Л.А., Безрукова Н.П. Формирование элементов инженерной компетенции школьников в процессе реализации дополнительных образовательных программ по инженерной графике // Развитие детского технического творчества: методический сборник. Красноярск: Городской информационно-издательский центр, 2013. С. 4–16.
6. Подворчан Ю.А. Формирование инженерных компетенций школьников на занятиях в компьютерном классе «Graff» // Ресурсоэффективные системы в управлении и контроле: взгляд в будущее: сборник научных трудов V Международной конференции школьников, студентов, аспирантов, молодых ученых (Томск, 3–8 октября 2016 г.) Томск: Изд-во ТПУ, 2016. Т. 3. С. 66–68.
7. Чиганов А.С., Грачев А.С. Начала инженерного образования в школе // Вестник КГПУ им. В.П. Астафьева. 2015. № 2 (32). С. 30–35.
8. Карлова О.А., Пак Н.И. Модель непрерывного образования школы будущего (на примере инженерной школы) // Открытое образование. 2013. № 4. С. 98–104.
9. Тесленко В.И., Богомаз И.В. Школьное инженерно-техническое образование: концептуальное осмысление // Вестник КГПУ им. В.П. Астафьева. 2014. № 4 (30). С. 91–95.
10. Трушников Д.Ю. Воспитание инженера: от школы к вузу // Russian Journal of Education and Psychology. 2017. № 6–2. С. 192–197.
11. Hisham M.H., Saud M.S., Kamin Y. Engineering Education: A Review on Malaysian Engineering Education Model. Journal of Computational and Theoretical Nanoscience. 2018. Vol. 24. No. 6. P. 4021–4025. DOI: 10.1166/asl.2018.11533.
12. Prevalla B., Uzunboylu H. Flipped Learning in Engineering Education // Citation Information: TEM Journal. 2017. a Vol. 8. No. 2. P. 656–661. DOI: 10.18421/TEM82-46.
13. Utley J., Utley J., Ann T., Toni I., Ivey A., Hammack R., Hammack R.K. High. Enhancing engineering education in the elementary school. School science and mathematics. 2019. Vol. 119. No. 3. P. 203–212. DOI: 10.1111/ssm.12332.
14. Рожик А.Ю. Оценка начального уровня сформированности инженерного мышления студентов // Вестник ЮУрГУ. Серия: Образование. Педагогические науки. 2018. № 3. С. 85–94.
15. Некрасова Н.А., Некрасов С.И. Философия техники. М.: МИИТ, 2010. 164 с.
16. Педагогический энциклопедический словарь / Гл. ред. Б.М. Бим-Бад; редкол.: М.М. Безруких, В.А. Болотов. М.: Большая Российская энциклопедия, 2002. 528 с.
17. Анисимова Т.И., Шатунова О.В. Технологии и модели развития инженерного образования в рамках профориентационной работы школы и вуза // Инженерное образование. 2017. № 21. С. 175–180.
18. Комарова Ж. Жизнь в действии // Наука и инновации. 2013. № 130. С. 48–51.
19. Вражнова М.Н. Инженерная профессия сегодня // Высшее образование в России. 2004. № 5. С. 115–119.
20. Пашукова Т.И., Допира А.И., Дьяконов Г.В. Психологические исследования. Практикум по общей психологии. М.: Издательство «Институт практической психологии», 1996. 153 с.
21. Головей Л.А., Рыбалко Е.Ф. Практикум по возрастной психологии. СПб.: Речь: Сфера, 2001.
22. Лучшие психологические тесты для профотбора и профориентации: пособие по профориентации / Под ред. А.Ф. Кудрякова. Петрозаводск: Петроком, 1992. 318 с.
23. Карпов А.В. Рефлексивность как психическое свойство и методика ее диагностики // Психологический журнал. 2003. Т. 24. № 5.
24. Яковлев Е.В., Яковлева Н.О. Педагогическое исследование: содержание и представление результатов: монография. Челябинск: Изд-во РБИУ, 2010. 316 с.