

## ОПЫТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ РАБОТА ПО ФОРМИРОВАНИЮ ИНЖЕНЕРНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ ШКОЛЫ

© 2021

*А.Т. Фаритов*, аспирант*В.Г. Шубович*, доктор педагогических наук, кандидат технических наук, доцент*Ульяновский государственный педагогический университет имени И.Н. Ульянова, Ульяновск (Россия)*

**Ключевые слова:** инженерная компетенция; основное общее образование; трехмерный принтер; научное партнерство; проектная деятельность; инженерная деятельность; педагогические условия.

**Аннотация:** В современном стремительно меняющемся мире наблюдается значительная нехватка высококвалифицированных инженерных кадров, способных быстро реагировать на запросы рынка труда. Ускорение темпов научно-технического прогресса, возрастание доли применения высоких технологий в производственном и непромышленном секторе экономики формирует потребность общества в раннем инженерном образовании подрастающего поколения, которое встает на путь профессионального самоопределения, с возможностью формирования инженерной компетенции, необходимой в будущем для выполнения задач на высоком уровне. В статье рассматриваются педагогические условия, которые способствуют эффективному процессу формирования инженерной компетенции обучающихся. В исследовании приняли участие школьники 7-х классов: экспериментальная (46 учащихся) и контрольная (45 учащихся) группы. Опытно-экспериментальная работа состояла из трех этапов. Анализ эффективности влияния выделенных педагогических условий на результаты сформированности инженерной компетенции учащихся указывает на то, что наблюдается значительная положительная динамика общего уровня сформированности инженерной компетенции в экспериментальной группе. В экспериментальной группе доля учащихся с высоким уровнем увеличилась с 13,04 до 36,96 %; со средним – с 34,78 до 50,00 %, с низким – уменьшилась с 52,17 до 13,04 %. Результаты проведенной опытно-экспериментальной работы подтверждают влияние выявленных педагогических условий (использование в учебном процессе технологий трехмерного моделирования и прототипирования; реализация проектной деятельности по направлению «Инженерия»; организация научного партнерства школы и высшего учебного заведения) на эффективность процесса формирования инженерной компетенции обучающихся.

### ВВЕДЕНИЕ

Согласно «Атласу новых профессий» (версия 3.0 от 2020 года)<sup>1</sup> в ближайшее десятилетие большая часть новых профессий будет связана с инженерным делом. Специалисты «Сколково» и Агентства стратегических инициатив прогнозируют появление таких профессий, как «инженер цифрового моделирования», «инженер 3D-печати в строительстве», «биохимический инженер», «архитектор цифровых офисов», «цифровой ремесленник» и т. д. Современные школьники, которым предстоит через 8–10 лет выйти в мир профессиональной деятельности, когда окружающая действительность будет отличаться от сегодняшней, должны обладать такими знаниями, умениями и навыками, чтобы быть востребованными специалистами в новом мире [1].

Актуальность проблемы повышения уровня инженерной компетенции обучающихся основного общего образования объясняется возрастающим запросом общества на развитие инженерного творчества среди школьников как личностей, вступающих на путь профессионального самоопределения, начальную подготовку высококвалифицированных специалистов, способных через 5–7 лет совершить технологический прорыв путем внедрения инновационных разработок в производство. В связи с этим в целях формирования инженерной компетенции, необходимой для подготовки к будущей профессиональной деятельности, актуальным становится

решение задач по созданию, внедрению и соблюдению педагогических условий, которые способствуют формированию инженерной компетенции школьников [2].

Под инженером понимается человек, который может создавать устройства или механизмы. Инженерная деятельность в научных источниках рассматривается в различных аспектах профессиональной деятельности: работа над проектно-конструкторскими задачами с неопределенными условиями; эксплуатация технических систем с большим объемом информации; технически направленная деятельность, связанная с наукой, и т. д. [3]. В современном мире инженеры участвуют в разработке большого количества материальных благ, которые используются человеком ежедневно в повседневной жизни [4]. К основным признакам инженерной деятельности можно отнести исследование нового, изобретение инновационного продукта, проектирование и конструирование технологических систем, эксплуатация техники и пр. [5].

Личностно значимые качества инженера необходимо развивать с учетом его профессиональной деятельности в конкретной области производства. Следовательно, в образовательном процессе школы необходимо ориентироваться на формирование у школьников именно профессиональных качеств личности, включать подростков в разнообразные виды деятельности, связанные с техникой, изготовлением технических устройств и техническим изобретательством. От того, насколько разнообразной будет такая деятельность, зависит и степень усвоения новых знаний, которые необходимы в инженерной деятельности [6].

<sup>1</sup> Атлас новых профессий 3.0 // под ред. Д. Варламовой, Д. Судакова. М.: Интеллектуальная Литература, 2020. 456 с.

К особенностям инженерных знаний можно отнести материальное содержание в процессе их применения на практике. Если в результате деятельности не удастся достичь поставленной цели, можно констатировать отсутствие инженерных знаний либо недостаточное развитие способностей применять их [7; 8].

Компетентностный подход в инженерном образовании напрямую связан с идеей подготовки к инженерной деятельности будущего специалиста, способного самостоятельно принимать решения в нестандартных ситуациях, всестороннего развития личности индивида как члена социума. Компетентностный подход ориентирован на передачу учащимся не просто знаний, а совокупности знаний, умений и навыков в инженерной сфере, формирование способностей к принятию креативных решений, развитие кругозора, междисциплинарного чутья. Применение компетентностного подхода позволяет подчинить организацию образовательного процесса формированию инженерной компетенции [9].

В педагогической литературе понятие «инженерная компетенция» трактуется по-разному. Так, Л.А. Морамзина и Н.П. Безрукова рассматривают инженерную компетенцию как интегративную характеристику личности, которая определяет готовность индивида к профессиональной деятельности, ориентированной на самоорганизацию, выявление и постановку проблем, социальную ответственность за решение конструкторских задач [10]. М.И. Иголкина под инженерной компетенцией подразумевает: готовность к постановке, исследованию и анализу комплексных инженерных проблем; способность применять необходимые теоретические и практические методы; оценку инженерной деятельности; коммуникативные навыки; ответственность за инженерные решения [11]. В федеральном государственном образовательном стандарте основного общего образования второго поколения<sup>2</sup> можно выделить характеристики личности школьника, которые относятся к инженерной компетенции: креативный и критически мыслящий; владеющий основами научных методов познания окружающего мира; мотивированный на творчество и инновационную деятельность; способный осуществлять проектную и познавательную деятельность.

Цель исследования – оценка влияния выявленных педагогических условий на эффективность процесса формирования инженерной компетенции обучающихся.

## МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Опытно-экспериментальная работа была направлена на определение результативности процесса формирования инженерной компетенции школьников, а также выявление уровня с помощью диагностики на протяжении одного учебного года. Исследование проходило в ОГБОУ «Гимназия № 1 имени В.И. Ленина» г. Ульяновска, на базе которого реализуется инженерная лаборатория,

осуществляются занятия по внеурочной деятельности для обучающихся 7-х классов. На констатирующем этапе были проведены измерения компонентов инженерной компетенции без влияния педагогических условий. На формирующем этапе были получены цифровые данные после внедрения педагогических условий, обеспечивающих повышение уровня сформированности инженерной компетенции обучающихся. На обобщающем этапе был проведен сравнительный анализ полученных данных, обобщены результаты опытно-экспериментальной работы исследования. В эмпирическом исследовании принимали участие школьники 7-х классов: экспериментальная группа (ЭГ) охватывала 46 учащихся, контрольная группа (КГ) состояла из 45 учащихся.

Выделены следующие компоненты инженерной компетенции обучающихся: 1) личностно-мотивационный: наличие мотивов, способствующих целенаправленному освоению инженерной деятельности; наличие устойчивого интереса к профессии инженера; 2) коммуникативно-деятельностный: отражает способность находить инновационные решения поставленных задач; осуществлять качественный отбор средств и способов проектирования; 3) когнитивный: владение передовыми и интегрированными знаниями, которые необходимы для осуществления инженерной деятельности; умение анализировать ситуации, связанные с исследовательской и проектной деятельностью; 4) рефлексивно-оценочный: способность проводить самоанализ и адекватно оценивать собственную деятельность; объективно анализировать проблемную ситуацию.

В качестве критериев сформированности инженерной компетенции школьников выступили ее компоненты.

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*) [12]. Для определения уровня коммуникативных и организаторских склонностей применялась методика В.В. Синявского, В.А. Федоришина [13]. Тест механической понятливости Беннета использовался для определения склонности подростков к работе с техническими устройствами. Тест состоит из 60 заданий, проиллюстрированных изображениями [14]. Для определения уровня развития такого личностного свойства, как рефлексивность, применялась методика А.В. Карпова [15]. Методика направлена на раскрытие степени развития рефлексивности личности, которая представляет собой способность индивида производить действия, выходя за рамки собственного «Я».

Оценка валидности результатов исследования проводилась при помощи метода статистической обработки данных по *U*-критерию Манна – Уитни. Был применен корреляционный и факторный анализ с помощью метода главных компонент. Статистические расчеты выполнялись в программе IBM SPSS Statistics 10. Методики выбирались исходя из их доступности для участников исследования, с учетом их возрастных особенностей, а также возможности количественного и качественного анализа полученных результатов.

<sup>2</sup> Министерство образования и науки Российской Федерации. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования: утвержден приказом от 17 декабря 2010 г. № 1897 // ФГОС. URL: <https://fgos.ru>.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### Педагогические условия формирования инженерной компетенции обучающихся

С опорой на исследования ученых можно констатировать, что инженерная компетенция представляет собой многокомпонентную структуру, включающую личностно-мотивационный, когнитивный, коммуникативно-деятельностный и рефлексивно-оценочный компоненты. Теоретический анализ литературы, теорий и концепций, рассматриваемых учеными относительно инженерной компетенции учащихся, позволил нам выявить комплекс педагогических условий, внедрение которых в образовательный процесс школы привело к повышению уровня сформированности инженерной компетенции подростков.

Первое условие – использование технологий трехмерного моделирования и прототипирования. Проблема применения технологий трехмерного моделирования и печати (прототипирования) в образовательном процессе школы является одной из актуальных [16]. Ее решение применительно к инженерному образованию школьников представляется важным, так как одним из показателей профессиональной пригодности специалиста является способность пользоваться международным языком инжиниринга – программным комплексом по созданию трехмерных объектов.

Второе условие – применение метода проектов в инженерной деятельности учащихся. Реализация проектного обучения в области инженерии позволяет создать условия, в которых учащиеся приобретают новые знания для решения проблемных и познавательных инженерных задач; осуществляют самостоятельный поиск информации; работая в группах или парах, приобретают коммуникативные навыки; формируют проектные умения, такие как строить гипотезу, выявлять проблему, проводить эксперимент, анализировать полученные результаты. Использование проектной технологии возможно в виде не только долгосрочных, но и краткосрочных проектов, рассчитанных на работу в течение одного или двух месяцев, при рассмотрении отдельных тем или методов инженерного дела. При выполнении инженерных проектов учащиеся ориентируются на собственные интересы, психофизиологические возможности, профессионально значимые качества личности, развитие интеллектуального потенциала. Метод проектов способствует ранней профессиональной ориентации обучающихся и приобретению необходимого опыта инженерной деятельности.

Третье условие – партнерство школы и вуза. Партнерство двух образовательных учреждений рассматривается как «взаимовыгодный обмен различными ресурсами для достижения значимых для обеих сторон целей» [17, с. 166]. Ресурсами для взаимовыгодного обмена выступают учащиеся, так как именно профориентационная работа является полем партнерства для перехода из одной подсистемы образовательного учреждения в другую. Целью партнерских отношений выступает профессиональное самоопределение школьников. Средством достижения цели становится построение индивидуальной образовательной траектории учащихся посредством выбора курсов внеурочной деятельности для обогащения его познавательных интересов.

Для развития инженерных навыков используется совместная деятельность школьников одной возрастной группы по реализации инженерных проектов. В качестве совместных научных мероприятий в рамках проектной деятельности в области инженерии можно выделить: совместные круглые столы; научно-практические конференции и семинары; публикацию научных достижений в сборниках по материалам конференций университета; организацию работы школьников на базе инженерной лаборатории вуза; участие преподавателей в качестве экспертов в процессе работы школьников над проектом, а также экспертную оценку полученных результатов [18].

Выстраивание партнерских отношений между школой и вузом может решить существующие в инженерном образовании проблемы эффективного освоения школьниками инновационных технологий, создать необходимые условия для самоопределения и непрерывного обучения. Научное партнерство между школой и вузом расширяет весь ресурсный (материальный, кадровый, информационный) потенциал образовательных программ, помогает выстраивать систему непрерывного инженерного образования в школе [19; 20].

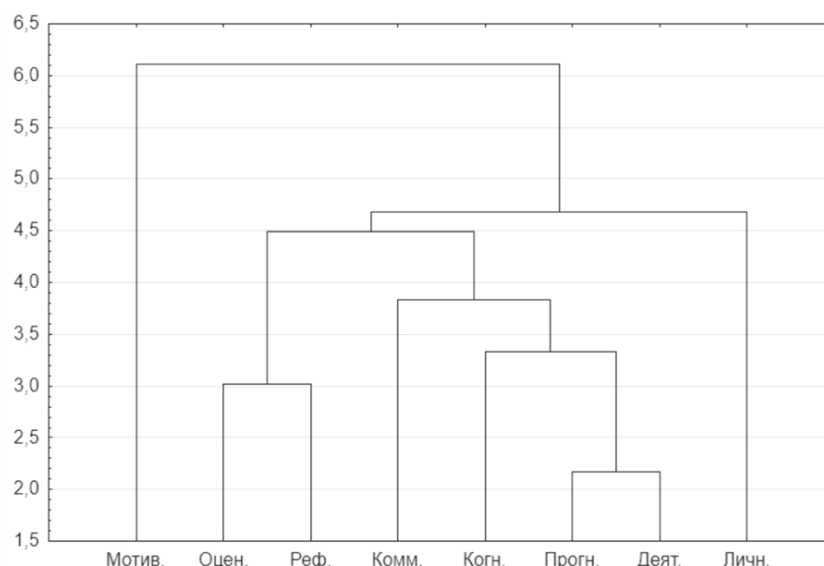
Рассмотренные условия реализуются в целостной совокупности и последовательности, поскольку каждое из выделенных условий выступает в качестве основания для другого педагогического условия.

### Экспериментальная оценка уровней сформированности инженерной компетенции обучающихся

На сегодняшний день не существует единых принципов выделения уровней инженерной компетенции обучающихся, в связи с чем первоначальной задачей исследования стало определение количества уровней сформированности инженерной компетенции на основе полученных эмпирических данных.

На первом шаге была составлена матрица, содержащая 46 строк и 8 столбцов: в строках находятся числовые данные, полученные в ходе входной диагностики каждого конкретного учащегося, в столбцах – определенные нами показатели. На втором шаге была проведена классификация методом кластерного анализа (метод Уорда). При кластерном анализе достигается максимальное различие между классами, что определяет объективность и точность стратификации элементов. Результаты классификации показателей показаны на рис. 1. Из дендограммы видно, что всё пространство показателей разбивается на три кластера.

Проанализировав состав показателей критериев сформированности инженерной компетенции школьников, можно прийти к выводу, что указанные на рис. 1 восемь отобранных показателей (по два для каждого критерия) базируются на получении характеристик по нескольким показателям, выбор которых обоснуем далее. Применение указанных показателей значительно упростило процесс диагностики как по времени, так и по трудозатратам. С этой целью был проведен корреляционный анализ показателей внутри каждого класса. Результаты приведены в таблице 1. Проведя анализ данных, можно подтвердить предположение о корреляционных связях между показателями внутри каждого класса.



**Рис. 1.** Результат кластерного анализа показателей по методу Уорда.  
 По оси абсцисс – показатели уровней сформированности инженерной компетенции (мотивационный, оценочный, рефлексивный, коммуникативный, когнитивный, прогностический, деятельностный, личностный);  
 по оси ординат – расстояние между полученными числовыми значениями показателей

**Таблица 1.** Результаты корреляционного анализа показателей

	Личностный	Мотивационный	Деятельностный	Коммуникативный	Прогностический	Когнитивный	Рефлексивный	Оценочный
Личностный	1,000	0,627	0,755	0,667	0,837	0,782	0,691	0,738
Мотивационный	0,627	1,000	0,667	0,675	0,751	0,607	0,573	0,631
Деятельностный	0,755	0,667	1,000	0,820	0,936	0,837	0,775	0,806
Коммуникативный	0,667	0,675	0,820	1,000	0,869	0,758	0,706	0,740
Прогностический	0,837	0,751	0,936	0,869	1,000	0,879	0,816	0,844
Когнитивный	0,782	0,607	0,837	0,758	0,879	1,000	0,749	0,770
Рефлексивный	0,691	0,573	0,775	0,706	0,816	0,749	1,000	0,834
Оценочный	0,738	0,631	0,806	0,740	0,844	0,770	0,834	1,000

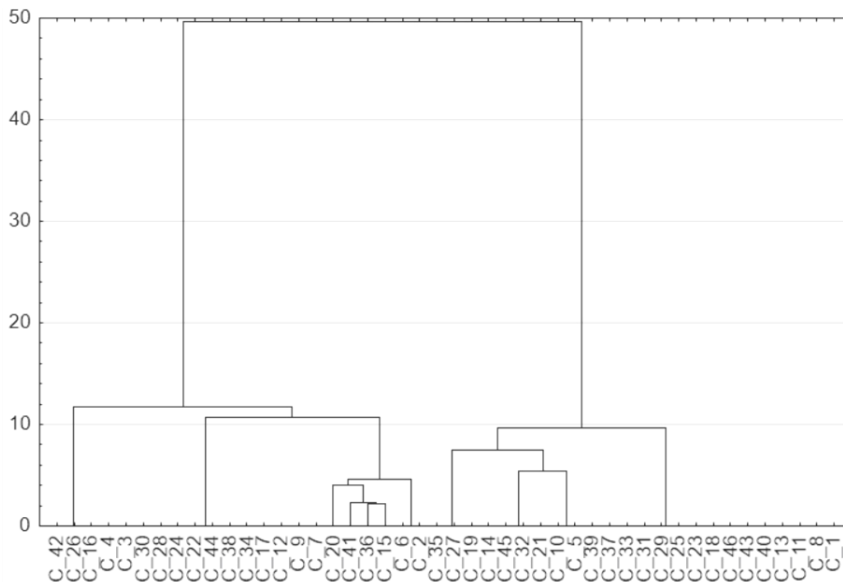
В результате был сформирован набор показателей: личностный, мотивационный, коммуникативный, рефлексивный. При анализе кластеров, полученных применением методов Уорда, можно прийти к выводу о наличии схожести их структур, что говорит об устойчивой классификации (рис. 2).

Всех 46 учащихся можно разделить на три группы (кластера). Каждая группа соответствует определенному уровню сформированности инженерной компетенции: низкому, среднему и высокому.

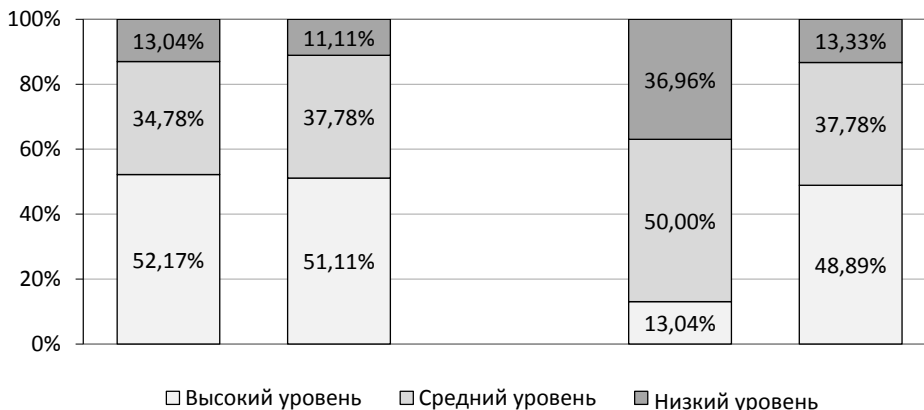
Дальнейшая диагностика проводилась с учетом полученных результатов методами многомерного статистического анализа диагностических измерений учащихся в экспериментальной и контрольной группах по множеству показателей критериев сформированности инженерной компетенции.

По результатам констатирующего этапа можно утверждать, что существенных различий до внедрения педагогических условий в группах не наблюдается: низкий уровень был диагностирован у 50,00 и 54,84 %, средний – у 37,50 и 32,26 %, высокий – у 12,50 и 12,90 % (рис. 3). Результаты диагностики компонентов формирования инженерной компетенции учащихся на констатирующем этапе опытно-экспериментальной работы в контрольной и экспериментальных группах свидетельствуют о преобладании низкого уровня и недостаточной сформированности высокого уровня.

В экспериментальной группе доля учащихся с высоким уровнем увеличилась с 13,04 до 36,96 %, со средним – с 34,78 до 50,00 %, с низким – уменьшилась с 52,17 до 13,04 %. В контрольной группе доля учащихся с высоким уровнем не изменилась – 11,11 и 13,33 %, с



**Рис. 2.** Результат классификации методом Урда при наборе показателей {Личностный, Мотивационный, Коммуникативный, Рефлексивный}. По оси абсцисс – цифры респондентов (46 обучающихся); по оси ординат – расстояние между полученными числовыми значениями показателей



**Рис. 3.** Динамика общего уровня сформированности инженерной компетенции в экспериментальной (слева) и контрольной (справа) группах на констатирующем и обобщающем этапах опытно-экспериментальной работы

так же как и со средним уровнем – 37,78 %, произошло небольшое понижение доли с низким уровнем – с 51,11 до 48,89 % (рис. 3).

Эмпирические значения  $U$ -критерия Манна – Уитни:  $U_{эмп} = 739,5$ , табличные значения  $U_{крит}$  для уровней значимости  $\alpha = 0,05$ ,  $\alpha = 0,01$  и  $n_1 = 46$ ,  $n_2 = 41$  – 741 и 827 соответственно. Эмпирическое значение расположено в зоне значимости.

### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Сравнительный анализ воздействия выделенных педагогических условий на результаты сформированности инженерной компетенции учащихся указывает на то, что значительная положительная динамика общего уровня сформированности инженерной

компетенции зафиксирована в экспериментальной группе.

Эмпирическое значение расположено в зоне значимости, следовательно, можно сделать вывод, что между экспериментальной и контрольной группами выявлено статистически значимое различие. Оно является закономерностью влияния педагогических условий, применяемых в экспериментальной группе.

Разница между результатами экспериментальной и контрольной групп убедительно свидетельствует о том, что формирование инженерной компетенции учащихся более успешно при реализации комплекса определенных нами педагогических условий.

По результатам опытно-экспериментальной работы сделан вывод, что уровень сформированности инженерной компетенции в экспериментальной группе

значительно выше, чем в контрольной. Диагностика уровня сформированности инженерной компетенции показала эффективность выделенных нами педагогических условий. Ценным было наблюдение за работой учащихся по выполнению проектов инженерной направленности. Сам навык проектной деятельности, работы в команде над реализацией творческих идей, безусловно, является полезным для обучающихся и будет востребован в будущем. Школьники, входящие в экспериментальную группу, смогли в полной мере погрузиться в мир инженерного дела: создавать трехмерные модели, проектировать и дорабатывать технические системы, выступить с презентацией своего проекта перед научным сообществом. Можно констатировать, что школьники в обычной школьной жизни редко выполняют задания технической направленности, их мотивация на занятие инженерным делом зачастую низкая, о чем свидетельствуют результаты, полученные в контрольной группе.

Мотивационная недостаточность школьников выражается в стремлении достичь результата только в учебной деятельности – получить высокие баллы на едином государственном экзамене, а также в низкой заинтересованности внешними социальными факторами среды. В исследовании Л.А. Морамзиной и Н.П. Безруковой также отмечается, что низкая профессиональная мотивация детей в средней школе способна усугубить дальнейшее профильное образование в старшей школе. Мотивационные трудности связаны с отсутствием внешнего воздействия среды на личность обучающихся, т. е. необходима внешняя поддержка интереса к инженерному делу [14].

Полученные результаты исследования соотносятся с работой И.С. Шмыговой, выявившей низкий уровень инженерной компетенции у школьников без влияния внешних факторов, включения их в проектное и проблемное обучение, организации участия в научно-практических конференциях [15].

Таким образом, исследование показало многоаспектность проблемы формирования инженерной компетенции в условиях партнерства учреждений высшего и общего образования и повышения инженерной грамотности школьников, разрешило обнаруженные нами противоречия.

## ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате опытно-экспериментальной работы удалось уточнить уровни сформированности инженерной компетенции обучающихся. Экспериментально проверено влияние выделенных педагогических условий на эффективность исследуемого процесса. Полученные результаты обобщены с помощью методов математической статистики.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Королев А.Л. Проектная инженерная деятельность в школьном образовании // Вестник Шадринского государственного педагогического университета. 2019. № 2. С. 62–68.
2. Корнилов И.К. Основы инженерного искусства. М.: МГУП имени Ивана Федорова, 2014. 372 с.
3. Татьянаенко С.А., Чижикова Е.С. Спецкурс «Основы инженерной культуры» // Высшее образование в России. 2011. № 1. С. 150–152.
4. Кирсанов А.А., Иванов В.Г., Кондратьев В.В. Методологические проблемы инженерной педагогики как самостоятельного направления профессиональной педагогики // Вестник Казанского технологического университета. 2010. № 4. С. 228–249.
5. Шарафутдинова Р.И., Галимзянова И.И. Профессиональная деятельность современного инженера // Вестник Казанского технологического университета. 2012. Т. 15. № 6. С. 255–257.
6. 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.
7. Котова Н.В. Стимулирование профессионального самоопределения школьников к получению инженерного образования // Вестник Казанского технологического университета. 2012. Т. 15. № 14. С. 294–297.
8. Зуев П.В., Кошечкина Е.С. Развитие инженерного мышления учащихся в процессе обучения // Педагогическое образование в России. 2017. № 7. С. 79–88.
9. Росновская Л.В. Теоретико-методологические концепты компетентностного подхода в профессиональном образовании // Теория и практика общественного развития. 2012. № 5. С. 145–150.
10. Морамзина Л.А., Безрукова Н.П. Формирование элементов инженерной компетенции школьников в процессе реализации дополнительных образовательных программ по инженерной графике // Развитие детского технического творчества: сборник материалов первой городской конференции педагогов технического творчества. Красноярск: Городской информационно-издательский центр, 2013. С. 4–16.
11. Иголкина М.И. Компетентностный подход в целевой подготовке будущих инженеров // Сибирский педагогический журнал. 2007. № 14. С. 104–116.
12. Пашукова Т.И., Допира А.И., Дьяконов Г.В. Психологические исследования: практикум по общей психологии. М.: Институт практической психологии, 1996. 153 с.
13. Головей Л.А., Рыбалко Е.Ф. Практикум по возрастной психологии. СПб.: Речь, 2002. 694 с.
14. Лучшие психологические тесты для профотбора и профориентации: пособие по профориентации / под ред. А.Ф. Кудряшова. Петрозаводск: Петроком, 1992. 318 с.
15. Карпов А.В. Рефлексивность как психическое свойство и методика ее диагностики // Психологический журнал. 2003. Т. 24. № 5. С. 45–47.
16. Салахов Р.Ф., Салахова Р.И., Гаптраупова З.Н. Возможности 3D-печати в образовательном процессе // Филологические науки. Вопросы теории и практики. 2017. № 6-2. С. 196–198.
17. Сардушкина Ю.А. Взаимодействие школы и ВУЗа как средство повышения результативности профориентационной работы // Вестник Самарского муниципального института управления. 2013. № 2. С. 165–173.
18. Дмитриев Н.А. Критерии эффективности сетевого взаимодействия «Школа вуз» в системе муници-

пального непрерывного образования // Известия Тульского государственного университета. Гуманитарные науки. 2013. № 2. С. 407–415.

19. Лазарев В.С. Проектная деятельность в школе: неиспользуемые возможности // Вопросы образования. 2015. № 3. С. 292–307.
20. Сергушин Е.Г., Сергушина Е.С. Теоретические основы формирования социально-профессионального самоопределения старшеклассников в условиях довузовской подготовки // Проблемы современного педагогического образования. 2018. № 59-1. С. 343–346.

## REFERENCES

1. Korolev A.L. Project engineering activity in school education. *Vestnik Shadrinskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta*, 2019, no. 2, pp. 62–68.
2. Kornilov I.K. *Osnovy inzhernogo iskusstva* [Basics of Engineering]. Moscow, MGUP imeni Ivana Fedorova Publ., 2014. 372 p.
3. Tatyankina S.A., Chizhikova E.S. Specially integrated course “The basis of engineering culture”. *Vyshee obrazovanie v Rossii*, 2011, no. 1, pp. 150–152.
4. Kirsanov A.A., Ivanov V.G., Kondratev V.V. Methodological Problems of Engineering Pedagogy as an Independent Area of Professional Pedagogy. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta*, 2010, no. 4, pp. 228–249.
5. Sharafutdinova R.I., Galimzyanova I.I. Professional activity of a contemporary engineer. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta*, 2012, vol. 15, no. 6, pp. 255–257.
6. Anisimova T.I., Shatunova O.V. The technologies and models of development of engineering education within the frames of the career guidance work of a school and a higher education institution. *Inzhernoe obrazovanie*, 2017, no. 21, pp. 175–180.
7. Kotova N.V. The stimulation of professional identity of school students to get engineering education. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta*, 2012, vol. 15, no. 14, pp. 294–297.
8. Zuev P.V., Koshcheeva E.S. Development of engineering thinking of students when teaching them physics with the use of circuit simulation model. *Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii*, 2017, no. 7, pp. 79–88.
9. Rosnovskaya L.V. Theoretical and methodological concepts of the competence-based approach in vocational

education. *Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiya*, 2012, no. 5, pp. 145–150.

10. Moramzina L.A., Bezrukova N.P. The formation of elements of engineering competence of school students in the process of implementation of supplementary educational programs in engineering drawing. *Razvitie detskogo tekhnicheskogo tvorchestva: sbornik materialov pervoy gorodskoy konferentsii pedagogov tekhnicheskogo tvorchestva*. Krasnoyarsk, Gorodskoy informatsionno-izdatelskiy tsentr Publ., 2013, pp. 4–16.
11. Igolkina M.I. Competency-based approach in target preparation of future engineers. *Sibirskiy pedagogicheskii zhurnal*, 2007, no. 14, pp. 104–116.
12. Pashukova T.I., Dopira A.I., Dyakonov G.V. *Psikhologicheskie issledovaniya: praktikum po obshchey psikhologii* [Psychological investigation: practicum on general psychology]. Moscow, Institut prakticheskoy psikhologii Publ., 1996. 153 p.
13. Golovey L.A., Rybalko E.F. *Praktikum po vozrastnoy psikhologii* [Practicum on developmental psychology]. Sankt Petersburg, Rech Publ., 2002. 694 p.
14. Kudryashov A.F., ed. *Luchshie psikhologicheskie testy dlya profotbora i proforientatsii: posobie po proforientatsii* [Best psychological tests for vocational selection and career guidance: career guidance manual]. Petrozavodsk, Petrokom Publ., 1992. 318 p.
15. Karpov A.V. Reflectiveness as a mental quality and the method to diagnose it. *Psikhologicheskii zhurnal*, 2003, vol. 24, no. 5, pp. 45–47.
16. Salakhov R.F., Salakhova R.I., Gaptraupova Z.N. The possibilities of 3D-printing in educational process. *Filologicheskie nauki. Voprosy teorii i praktiki*, 2017, no. 6-2, pp. 196–198.
17. Sardushkina Yu.A. School and university interaction as the means of improving the effectiveness of career guidance. *Vestnik Samarskogo munitsipalnogo instituta upravleniya*, 2013, no. 2, pp. 165–173.
18. Dmitriev N.A. Performance criteria net interaction “school – college” in the municipal system of continuous education. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Gumanitarnye nauki*, 2013, no. 2, pp. 407–415.
19. Lazarev V.S. Project activities at school: unused opportunities. *Voprosy obrazovaniya*, 2015, no. 3, pp. 292–307.
20. Sergushin E.G., Sergushina E.S. Theoretical foundations for the formation of the social-professional self-determination of the old schools in the conditions of the pre-university preparation. *Problemy sovremennoy pedagogicheskoy obrazovaniya*, 2018, no. 59-1, pp. 343–346.

## EXPERIMENTAL WORK ON THE FORMATION OF ENGINEERING COMPETENCE OF STUDENTS WITHIN THE EDUCATIONAL ENVIRONMENT OF A SCHOOL

© 2021

A.T. Faritov, postgraduate student

V.G. Shubovich, Doctor of Sciences (Education), PhD (Engineering), Associate Professor  
I.N. Ulyanov Ulyanovsk State Pedagogical University, Ulyanovsk (Russia)

**Keywords:** engineering competence; basic general education; 3-D printer; science partnership; project activities; engineering activities, educational environment.

**Abstract:** In the current rapidly changing environment, there is a significant shortage of highly qualified engineering personnel who can quickly respond to the demands of the labor market. The acceleration of scientific-technological progress and the increasing share of high technologies application in the industrial and non-industrial sectors of the economy create the need in the early engineering education of the younger generation taking the path of professional identity with

the possibility of forming the engineering competence necessary in the future to perform tasks at a high level. The paper considers the educational environment that contributes to the effective process of formation of the students' engineering competence. The study involved the seventh-grade students: the experimental (forty-six students) and control (forty-five students) groups. The experimental work consisted of three stages. The analysis of the effectiveness of the influence of the selected educational conditions on the results of maturity of the students' engineering competence indicates a significant positive dynamics of the general level of engineering competence maturity in the experimental group. In the experimental group, the proportion of students with the high level increased from 13.04 % to 36.96 %; intermediate level students – from 34.78 % to 50.00 %; and the share of students with the low level decreased from 52.17 % to 13.04 %. The results of experimental work confirm the influence of identified educational conditions (the application of 3-D modeling and prototyping technologies within the educational process; implementation of project activity in the Engineering study field; organization of science partnership between a school and a higher education institution) on the efficiency of the process of formation of the students' engineering competence.