

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

На правах рукописи

Фаритов Анатолий Тависович

**ФОРМИРОВАНИЕ ОСНОВ ИНЖЕНЕРНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ
В СФЕРЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА ОБУЧАЮЩИХСЯ
ОСНОВНОГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

5.8.1. Общая педагогика, история педагогики и образования

Диссертация
на соискание ученой степени кандидата педагогических наук

Научный руководитель:
Максимова Елена Александровна
доктор педагогических наук, доцент

Саратов – 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава 1. Теоретические аспекты формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования	3
1.1. Педагогическая проблема формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования.....	15
1.2. Специфика формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования во внеурочной деятельности.....	48
1.3. Модель формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования.....	62
1.4. Организационно-педагогические условия формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования.....	80
Выводы по первой главе.....	113
Глава 2. Опыт-экспериментальная работа по формированию основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования	116
2.1. Диагностика уровня сформированности основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования.....	116
2.2. Опыт реализации модели формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования	134
2.3. Оценка и анализ результатов опытно-экспериментальной работы.....	154
Выводы по второй главе.....	185
Заключение	189
Список литературы	192
Приложения	214

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. Происходящие в России социально-экономические преобразования, переход на инновационный технологический уклад с ориентацией большинства сфер общества на высокотехнологичные производства, определяют необходимость модернизации системы образования, которая будет способна обеспечить привлечение молодого поколения в научно-техническую сферу. Подготовка высококвалифицированных специалистов, отвечающих заказу общества, приобретает стратегическое значение. Реальность требует применения эффективных образовательных средств, позволяющих погрузить школьников в научно-исследовательскую деятельность, сформировав при этом основы инженерной компетенции, необходимой им в будущем.

Решение инженерных и технических задач возможно при непрерывном обучении квалифицированных кадров в рамках интеграции науки и образования [127]. Именно сегодняшний школьник выйдет на рынок труда через пять-семь лет, когда окружающая действительность претерпит изменения, современные специалисты узкого профиля не будут столь активно пользоваться спросом, в будущем понадобятся другие специалисты [4], которые обладают необходимыми новыми компетенциями. Следовательно, на сегодняшний день становится необходимым внедрение в образовательную практику инновационных разработок, распространение которых будет способствовать достижению научно-технического лидерства на мировом рынке. Одним из путей решения данной проблемы является формирование основ инженерной компетенции подростков на ступени основного общего образования.

Мышление современных подростков направлено на быструю обработку больших информационных объемов, поэтому они нуждаются в особенном подходе к обучению, с учетом их интересов и потребностей. В связи с этим требуется специальная работа по формированию основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся, как личностей, встающих

на путь первичного профессионального самоопределения. Следовательно, настало время объединить интересы и ресурсы всех заинтересованных сторон.

В свете вышесказанного, в образовательном процессе современных организаций общего образования актуализируется подготовка личности, у которой основы инженерной компетенции сформированы на продвинутом уровне.

Степень разработанности проблемы. В отечественной и зарубежной педагогике и практике образования представлены отдельные аспекты исследования проблемы формирования основ инженерной компетенции: процесс формирования образовательных компетенций в системе общего образования раскрыт в работах отечественных и зарубежных ученых: В.П. Беспалько, В.А. Болотова, И.А. Зимней, В.В. Краевского, О.Е. Лебедева, Г.В. Селевко, В.В. Серикова, И.П. Подласого, А.А. Пинского, А.В. Хуторского и др.; современные концепции развития инженерной деятельности обучающихся представлены в работах В.П. Боровых, И.В. Ивановой, Д.А. Махотина, А.В. Минкина, В.А. Кальней, Д.С. Смирнова, В.А. Попова и др.; проблемы совершенствования инженерного образования школьников рассматриваются в трудах В.Н. Бобрикова, И.В. Богомаз, А.С. Грачева, П.В. Зуева, П.Н. Осипова, В.И. Тесленко, Ю.Л. Хотунцева, А.С. Чиганова и др.; изучение процесса решения инженерных задач и задач с техническим содержанием отражено в трудах В.В. Утёмов, К.Р. Ахмадишиной, А.В. Галушка, Г.В. Куприяновой, А.В. Овчарова и др.; теория и практика проектного содержания школьного обучения по инженерному направлению представлены в работах В.Д. Васильевой, Т.Н. Горбуновой, А.Л. Королева, О.О. Пантелеевой, И.Д. Чалмова, С.И. Черных и др.; внеурочная деятельность школьников в рамках Федерального государственного стандарта второго поколения рассмотрена в работах Л.Н. Береснева, Д.В. Григорьева, Е.Б. Евладовой, И.В. Ивановой, В.А. Каменной, И.Н. Поповой, Е.Н. Степанова и др.; подходы к формированию основ инженерной компетенции отражены в работах Е.В. Вехтера, О.С. Коротеева, Д.Н. Маковчика, В.Е. Михайловой, Л.П. Панкратова, Ю.А. Подворчана, А.А. Попова, М.Е. Чекулевой, И.С. Шмыговой и др.

В практике накоплен значительный опыт инженерной подготовки старшеклассников (инженерные классы в отдельных школах; элективные курсы и факультативы по инженерному направлению; экскурсии на предприятия промышленного сектора и т.д.). Однако, данная работа ведется не всегда системно, а обучающиеся основного общего образования, к сожалению, не получают должной подготовки к будущей профессиональной деятельности.

Несмотря на значимость и глубину проведенных исследований, процесс формирования основ инженерной компетенции обучающихся основного общего образования предметом специального изучения не являлся. Более того, в настоящее время в педагогике не существует единого общепризнанного определения понятия «основы инженерной компетенции обучающихся основного общего образования», не определен компонентный состав указанной компетенции, не разработана структурно-функциональная модель ее формирования, а также не выявлены педагогические условия, которые способствуют успешной реализации модели.

Таким образом, выявлены **противоречия:**

– между современным заказом общества на личность, обладающую продвинутым уровнем инженерной компетенции, способную к эффективной инженерной деятельности, и не соответствующей этому заказу практикой основного общего образования, не всегда обеспечивающей данный результат у молодого поколения;

– между объективной высокой значимостью наличия основ инженерной компетенции обучающихся и недостаточной разработанностью содержательно-методического сопровождения процесса их формирования в сфере научно-технического творчества обучающихся;

– между значительным потенциалом образовательных организаций высшего образования для формирования у школьников основ инженерной компетенции через обеспечение научного партнерства с организациями общего образования и отсутствием его научного осмысления и практического использования.

На основании выявленных противоречий сформулирована **проблема исследования**, состоящая в необходимости научного обоснования и в разработке обеспечения организации педагогического сопровождения процесса формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования.

Учитывая вышесказанное, определена **тема исследования**: «Формирование основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования».

Объект исследования: образовательный процесс современной организации общего образования.

Предмет исследования: процесс формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования.

Цель исследования: теоретически обосновать и проверить опытно-экспериментальным путем модель формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования и комплекс педагогических условий ее успешной реализации.

В соответствии с объектом, предметом и целью исследования ставились следующие **задачи**:

1. Уточнить сущность и раскрыть содержание понятия «основы инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования».

2. Разработать и экспериментально апробировать структурно-функциональную модель формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования.

3. Выявить и обосновать комплекс организационно-педагогических условий успешной реализации разработанной модели.

Гипотеза исследования: процесс формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования становится эффективным, если:

– уточнено понятие «основы инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования» и выделен ее компонентный состав;

– разработана и экспериментально апробирована педагогическая модель формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования;

– выявлен и обеспечен в образовательной практике основной школы комплекс организационно-педагогических условий, способствующий успешной реализации разработанной модели.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

– *предложено* понятие «основы инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования» как совокупность интегративных качеств личности школьников, которая проявляется в единстве личностно-мотивационного, когнитивного, коммуникативно-деятельностного, рефлексивно-оценочного компонентов и обусловлена инженерной деятельностью через знания, умения и опыт творческого решения элементарных инженерных задач. Данное определение отличается от имеющихся в научной литературе дефиниций своей целостностью, представляющей основы инженерной компетенции как результат творческого овладения обучающимися инженерной деятельностью в соответствии с их возможностями, обусловленными возрастом;

– *доказана* результативность структурно-функциональной модели формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования, которая включает мотивационно-целевой, теоретико-методологический, структурный, процессуальный и результативно-оценочный блоки. Содержательное наполнение каждого из блоков обеспечивает последовательное достижение максимально возможного уровня сформированности основ инженерной компетенции за счет применения форм (инженерный кружок, лаборатория вуза, круглый стол, научно-практические конференции, экскурсии, выставки), методов (поисковые, ситуативные,

проектные, гибкие) и средств (учебные пособия, программный комплекс, возможности партнерства образовательных организаций) образовательной деятельности. Преимуществом данной модели является ее практико-ориентированность, детальная проработка и гибкость содержания блоков, обеспечивающих применение полученных результатов в дальнейшем;

– *обоснован* комплекс организационно-педагогических условий, способствующий успешной реализации модели формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования: применение метода Канбан как инструмента управления инженерными проектами обучающихся; использование гибких методов для взаимодействия с внешними участниками инженерных проектов; организация научного партнерства общеобразовательной школы и образовательных организаций высшего образования. Выявленные условия соответствуют возрастным возможностям обучающихся основного общего образования, в то время как ранее инженерная компетенция формировалась преимущественно на уровне среднего и высшего образования.

Теоретическая значимость исследования состоит в том, что:

– *введенное* в научный оборот понятие «основы инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования» расширяет категориальный аппарат педагогических исследований, обоснованные сущностные особенности и структурные компоненты основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования дополняют научные представления об инженерной компетенции, принципах и особенностях формирования ее основ в образовательном процессе современной школы;

– *описанные этапы* формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования позволяют раскрыть логику развития основ компетенции от инженерной деятельности до представления результатов научному сообществу;

– *разработанная* модель формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования и выявленный комплекс педагогических условий, конкретизируют теоретические представления о содержательных и процессуальных аспектах процесса формирования основ инженерной компетенции с учетом возрастных особенностей обучающихся.

Практическая значимость исследования заключается в том, что:

– разработанная структурно-функциональная модель формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования, может быть использована при проектировании образовательных программ для основной школы;

– комплекс выявленных критериев, показателей и уровней сформированности основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования позволяет контролировать и оценивать эффективность данного процесса; раскрыть его прогностический потенциал; полученные эмпирические данные могут найти применение в исследованиях по совершенствованию процесса инженерной образовательной среды;

– на основе выявленной значимости формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования разработаны методические рекомендации для учителей по внеурочной деятельности, оптимизирующие педагогическую деятельность по реализации программ основного общего образования;

– результаты исследования могут быть использованы в образовательном процессе основной школы, при подготовке учебно-методических пособий для студентов – будущих педагогов, а также в процессе повышения квалификации педагогических кадров общего образования.

Этапы исследования. Исследование осуществлялось с 2017 по 2022 гг. и включало три взаимосвязанных этапа.

На первом (констатирующем) этапе (2017-2018 гг.) осуществлен анализ философской и психолого-педагогической литературы, диссертационных исследований. Составлена программа опытно-экспериментальной работы; разработана модель формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся; выявлен комплекс педагогических условий ее успешной реализации; определены и подобраны методы диагностики, критерии и показатели уровня сформированности основ инженерной компетенции обучающихся основного общего образования.

На втором (формирующем) этапе (2018-2020 гг.) уточнена, апробирована и внедрена в образовательную практику школы структурно-функциональная модель формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования; экспериментально проверено влияние выявленного комплекса педагогических условий на успешность реализации модели, проведено итоговое диагностическое исследование по определению уровня сформированности основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся.

На третьем (обобщающем) этапе (2020-2022 гг.) осуществлена обработка экспериментальных данных с помощью методов математической статистики, обобщения, систематизации и интерпретации; сформулированы выводы. Результаты оформлены в виде рукописи диссертации.

Методологическую основу исследования составили:

– современные подходы к организации образовательного процесса: системный (А.Н. Аверьянов, И.В. Блауберг, В.Н. Садовский, Э.Г. Юдин и др.), деятельностный (Л.С. Выготский, В.А. Сластенин, В.Д. Шадриков, Д.Б. Эльконин и др.), компетентностный (Э.Ф. Зеер, И.А. Зимняя, В.В. Сериков, А.В. Хуторской и др.), личностно-ориентированный (Е.В. Бондаревская, Л.Г. Вяткин, Н.Е. Щуркова, И.А. Якиманская и др.);

– положения о взаимодействии общеобразовательной школы и образовательных организаций высшего образования (В.И. Загвязинский,

Е.В. Коротаева, В.С. Леднев, А.В. Лученков, Е.А. Мороз, Г.Н. Прокументова, Р.Г. Сабирова, Ю.А. Сардушкина, и др.);

– положения о возрастных и психологических особенностях развития личности (Л.С. Выготский, А.Н. Леонтьев, А.В. Петровский, С.Л. Рубинштейн, Д.Б. Эльконин, Е.Г. Белякова и др.);

– концепции развития личности школьников на основе проектного и проблемного метода обучения (Н.В. Котряхов, И.И. Ляхов, Н.В. Матяш, А.С. Обухов, Е.А. Пеньковских, Е.С. Полат, М.В. Ретивых, М.И. Рожков, Г.К. Селевко, С.Т. Шацкий и др.);

– основные подходы к организации инженерной деятельности школьников (И.В. Иванова, В.А. Кальней, Л.Э. Крейндин, Д.А. Махотин, В.А. Попов, Д.С. Смирнов и др.);

– принципы педагогического эксперимента (А.С. Казаринов, Н.В. Кузьмина, А.Я. Наин, Е.В. Яковлев и др.).

Методы исследования. Для решения поставленных задач и проверки положений гипотезы использовался комплекс методов исследования: изучение философской и психолого-педагогической литературы по исследуемой проблеме, анализ нормативно-правовых документов; сравнение, сопоставление, обобщение, систематизация, моделирование; педагогический эксперимент; наблюдение, тестирование, экспертная оценка; методы математической и статистической обработки результатов.

На защиту выносятся следующие положения:

1. Основы инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования представляют собой совокупность интегративных качеств личности школьников, которая проявляется в единстве личностно-мотивационного, когнитивного, коммуникативно-деятельностного, рефлексивно-оценочного компонентов и обусловлена инженерной деятельностью через знания, умения и опыт творческого решения элементарных инженерных задач. Формирование основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся – это целенаправленный

педагогический процесс, который осуществляется в организации общего образования и детерминирует развитие личностных качеств, приобретение знаний, умений и опыта для обоснования собственной позиции при решении элементарных инженерных задач и первичном профессиональном самоопределении.

2. Структурно-функциональная модель формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования отображает совокупность взаимосвязанных блоков: мотивационно-целевого (цель, задачи), теоретико-методологического (методологические подходы, принципы), структурного (совокупность компонентов: личностно-мотивационный, когнитивный, коммуникативно-деятельностный и рефлексивно-оценочный), процессуального (этапы, формы, методы, средства организации образовательного процесса) и результативно-оценочного (критерии, показатели, уровни), а также последовательное изменение содержания внеурочной деятельности обучающихся от знакомства обучающихся с основами теоретической базой инженерного образования (подготовительный этап) через работу над инженерными проектами с элементами научного исследования (практический этап) к переосмыслению собственных способностей решения элементарных инженерных задач и представления результатов деятельности научному сообществу (аналитический этап).

3. Успешная реализация разработанной структурно-функциональной модели обеспечивается комплексом организационно-педагогических условий: 1) применение метода Канбан как инструмента управления инженерными проектами обучающихся; 2) использование гибких методов для взаимодействия с внешними участниками инженерных проектов обучающихся; 3) организация научного партнерства общеобразовательной школы и образовательных организаций высшего образования.

Степень достоверности результатов исследования обеспечивается адекватностью исходных методологических позиций; использованием комплекса взаимодополняющих методов исследования, соответствующих целям и задачам, природе изучаемого явления; воспроизводимостью результатов исследования и

репрезентативностью полученных экспериментальных данных; этапным характером опытно-экспериментальной работы; доказательством достоверности выдвинутой гипотезы результатами опытно-экспериментальной работы и обработкой полученных данных методами математической статистики. Выводы исследования подтверждены практическим результатом повышения уровня сформированности основ инженерной компетенции участников эксперимента.

Апробация результатов исследования.

Основные теоретические положения и практические выводы исследования обсуждались на всероссийских научно-практических конференциях: «Современные концепции и системы профильного обучения в российской школе» (г. Новосибирск, 2019), «Актуальные проблемы интеграции науки и образования в регионе» (г. Оренбург, 2020), «Проблемы образования в условиях инновационного развития» (г. Саранск, 2020), «Новые компетенции цифровой реальности и способы их развития у обучающихся» (г. Чебоксары, 2020), «Психология. Педагогика» (г. Нижневартовск, 2021), «Профильное образование и специализированное обучение: эффективные практики в условиях трансформации образовательного пространства» (г. Новосибирск, 2021), «Трансформация информационно-коммуникативной среды общества в условиях вызовов современности» (г. Комсомольск-на-Амуре, 2021), на международных научно-практических конференциях: «Теория и практика современной педагогики» (г. Пенза, 2020), «Актуальные проблемы практико-ориентированной подготовки педагога в условиях инновационной образовательной среды вуза» (г. Саранск, 2020), «Современная психология и педагогика: проблемы и решения» (г. Новосибирск, 2020), «Наука. Информатизация. Технологии. Образование» (г. Екатеринбург, 2021, 2022), «Современное образование: актуальные вопросы теории и практики» (г. Пенза, 2021), «Культура, наука, образование: проблемы и перспективы» (г. Нижневартовск, 2021), «Интеграция науки и образования в XXI веке: психология, педагогика, дефектология» (г. Саранск, 2022), «Вопросы современной науки и образования» (г. Пенза, 2022), «Социальные и гуманитарные науки в условиях вызовов современности» (г. Комсомольск-на-Амуре, 2022),

«Проблемы педагогической инноватики в профессиональном образовании» (г. Санкт-Петербург, 2023).

В опытно-экспериментальной работе приняли участие ОГБОУ «Гимназия № 1 имени В.И. Ленина», ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» (УлГТУ), ОГБУ ДО «Дворец творчества детей и молодёжи», Центр детского технического творчества №1 города Ульяновска.

Соответствие диссертации паспорту специальности.

Диссертация соответствует паспорту научной специальности 5.8.1. – Общая педагогика, история педагогики и образования (педагогические науки), в частности п.3 – научно-педагогические основания трансформаций в образовании в условиях изменяющегося социума. Инновации в образовании; п.10 – теории и концепции образования; п.38 – образовательный процесс как целостное педагогическое явление. Структура, компоненты образовательного процесса. Взаимодействие участников образовательных отношений.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ОСНОВ ИНЖЕНЕРНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ В СФЕРЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА ОБУЧАЮЩИХСЯ ОСНОВНОГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

1.1. Педагогическая проблема формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования

Сегодня все больше стран стремятся занять лидирующие позиции, создавая новые информационные и технологические области экономики и промышленности. В соответствии со «Стратегией национальной безопасности Российской Федерации» от 2 июля 2021 года в качестве приоритета и национального интереса рассматривается устойчивое развитие экономики на новой технологической основе. Президент Российской Федерации В.В. Путин в ноябре 2019 года на всероссийском открытом уроке «Школа завтрашнего дня» отметил, что: «Не только наша страна, весь мир стоит на пороге капитальных изменений, связанных с высокими технологиями, которые бурно, просто на глазах у нас меняют мир. И очень важно, чтобы молодые люди смогли определиться, где они смогут быть наиболее востребованы, где они смогут добиться максимального результата и реализовать себя на благо своей семьи и всей страны» [159]. Глава государства предупредил о том, что сегодня для России особо острой является проблема подготовки квалифицированных кадров, без принятия необходимых мер для решения данной задачи к концу 2030 года дефицит специалистов составит около трех миллионов человек, что приведет к большим экономическим потерям.

Современный мир меняется настолько быстро, что время жизненного цикла каждой инновации довольно короткое. Для решения опережающих инженерных и технических задач необходимо непрерывное обучение квалифицированных кадров в рамках интеграции науки и образования.

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» и ПАО «Сбербанк» разработали «Атлас профессий будущего» [4]. В Атласе представлен обзор отраслей, которые будут активно развиваться и какие новые специалисты будут востребованы работодателями в скором будущем. Так профессия «Инженер», определяется в качестве одной из самых перспективных профессий ближайшего десятилетия, следовательно, можно утверждать, что прогнозируется возрастающая потребность в специалистах в области инженерии в различных отраслях жизнедеятельности общества, что диктует необходимость подготовки таких кадров уже сегодня, начиная со ступени основного общего образования. Именно сегодняшний школьник выйдет в пространство экономического общества через пять-семь лет, когда окружающая действительность претерпит значительные изменения, современные профессионалы (юрист, экономист) не будут пользоваться столь активно спросом, в будущем понадобятся другие специалисты, которые обладают необходимыми компетенциями, такими как инженерной.

Сегодня наше общество должно справиться с вызовами, которые бросает технологическая революция. Следовательно, на сегодняшний день становится важным решение проблемы в обеспечении квалифицированными кадрами динамично развивающейся экономики страны, для достижения и поддержания высокого уровня конкурентоспособности и инвестиционной привлекательности, устойчивости социально-экономического развития, на основе использования последних достижений науки и техники.

Одним из путей решения данной проблемы является формирование основ новых компетенций, таких как инженерная компетенция в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования.

Слово инженер происходит от латинского слова «ingenium», что означает «талант», «гений», «способности» или «остроумное изобретение». В русском языке слово было впервые употреблено при Петре I и означало творца новых благ для быта, военного дела, новых сооружений и средств передвижения. Согласно

словарю В. Даля термин «инженер» означает – ученый строитель, сооружений различного рода [36].

Инженер, в понимании Н.А. Некрасовой, – это человек с высшим техническим образованием, который профессионально осуществляет техническое творчество, соединяя науку и производство [101]. Как отмечает С.А. Татьяненко, инженер выступает в роли разработчика сложных технических устройств, применяя метод системного построения, выполняет профессиональную деятельность как обособленно, так и в коллективе [158].

Для успешного выполнения своей профессиональной деятельности сегодня инженер должен обладать определенными качествами личности, которые необходимы и достаточны для плодотворной работы в команде.

Е.К. Нурмеева [104] выделяет следующие качества, присущие инженеру:

- наблюдательность и внимательность, которые направлены на критическое восприятие предметов и механизмов, выявления их недостатков, определения плана их устранения и совершенствованию;
- логическое мышление, которому свойственна последовательность рассуждений о проблемах производственно-технических процессов, принципов устройства и работы объектов;
- пространственное воображение - психологическое образование, которое обозначает способность представлять образы технических изделий, технологических процессов, с помощью имеющихся представлений, предоставляет возможность представить конечный результат.

Обобщая понятия, приведенные в различной научной литературе, сформулируем определение термина «инженер». *Инженер* – это специалист, который собирает и анализирует информацию, применяет научные знания для решения проблемных задач, создания новых объектов, либо поддержания работоспособности технических систем.

Под *инженерным образованием* принято понимать организованный процесс обучения, направленный на профессиональную ориентацию обучающегося и развитие у него инженерного мышления, которое представляет собой особый вид

мышления, проявляющийся и формирующийся при решении инженерных задач [3]. Инженерное образование, в условиях цифровизации общественной жизни в самых разных сферах ее деятельности, способствует не только заполнению «вакуумного пространства» квалифицированными кадрами, но и успешной подготовки специалистов, обладающих необходимыми компетенциями для совершенствования окружающего мира с помощью научных и технологических инноваций.

В России профессионально-общественную аккредитацию инженерных образовательных программ технических университетов проводит Ассоциация инженерного образования России (АИОР) [38]. Выполнение требований АИОР к результатам обучения и подготовки выпускников бакалавриата в области техники и технологий должно способствовать совершенствованию образовательных программ университетов. Требования структурированы по профессиональным и универсальным компетенциям, которые представляют собой фундаментальные и инженерные знания, умения и навыки, приобретаемых студентами по окончании образовательной программы организаций высшего образования. АИОР является членом ведущей международной организации Вашингтонское соглашение (Washington Accord), что обеспечивает согласование развития инженерного образования в России с международными стандартами.

Технические университеты при проектировании и реализации образовательных программ используют как критерии профессиональной общественной аккредитации АИОР, так и стандарты концепции CDIO (Планирование, Проектирование, Производство, Применение), что позволяет дополнить требования федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования [57]. Согласно концепции CDIO выпускник технического университета способен создавать инновационные продукты, реализовывать новаторские технические идеи, внедрять полученные результаты в производство. Данный международный проект нацелен на устранение противоречий в инженерном образовании, а также системной интеграции проектного обучения с инженерными задачами.

Следовательно, развитию непрерывного инженерного образования, ранней профессиональной ориентации будущих высококвалифицированных кадров способствует система общего образования обучающихся.

Обращение к трудам А.И. Рудского, А.И. Боровкова, П.И. Романова, К.Н. Киселевой [137] об изучение мирового опыта инженерного образования как интеллектуальной элиты позволило определить основные требования, которые предъявляют при подготовке будущих специалистов. Так, труд инженера носит созидательно-преобразующий и продуктивный характер, требующий затрат в виде интеллектуальных или физических сил. Наличие у человека высшего технического образования не может однозначно быть тождеством профессии инженера, это лишь подготовительный этап на пути сложной и многогранной профессиональной деятельности. Ему предстоит творчески применять полученные знания и умения на практике при решении задач, проектировать и конструировать новые системы, умело организовывать производственный процесс, работать в команде, постоянно повышать уровень профессиональных навыков, быть способным к самореализации и самообразованию. Именно включенность в инженерную деятельность дает право человеку называться инженером.

Таким образом, комплексное изучение исследуемой проблемы требует рассмотрение сущности инженерной деятельности.

Исследованию инженерной деятельности посвящен ряд работ отечественных авторов. Так, Е.А. Шаповалов рассматривает понятие «инженерная деятельность» как «техническое применение науки, направленное на производство техники и удовлетворение общественных потребностей» [185, с. 39]. Следует заметить, что в процессе инженерной деятельности научные знания из теоретической формы переходят в практические основы производства. Инженерная деятельность неразрывно связана с наукой. Изначально инженер обдумывает технологию работы, просчитывает результат с научной точки зрения. В дальнейшем, на стадии разработки, знания превращаются в материальные объекты. Как подчеркивает Ж. Комарова [67], инженер в процессе своей

деятельности становится научным работником, который осмысливает достижения науки и возможность их использования для преобразования реального мира. В своей деятельности инженер использует научные знания в «готовом виде» - формулы и методы расчетов из различных справочников, пособий и т.п. Научные знания становятся движущей силой производственного процесса в результате проникновения в решение практических задач. Инженерная деятельность носит как предметно-практический характер (включает знания о свойствах объектов), так и социальный, удовлетворяя запросам общества (определенные развитием производственных отношений в обществе). Отличительными характеристиками инженерной деятельности являются: наличие предметного содержания; общественная значимость; способность инженера осознанно принимать каждое решение и целостно воспринимать проблемы, синтезировать научные знания.

Отметим, что инженерная деятельность представляет собой материализацию идеи с использованием научных знаний направленную на создание нового прогрессивного объекта, техники или технологии с целью удовлетворения определенных потребностей общества.

Исследователь М.Н. Вражнова в своем научном труде акцентирует внимание на различиях между инженерной и технической деятельностью. Так, для первой, инженерной деятельности, характерно применение научных знаний при производстве технических систем, для второй – использование практических навыков и накопленного опыта [25]. Инженерная деятельность включает подготовку и организацию производства, научное обоснование разработки, анализ возможности использования полученных научных данных, инженерные расчеты, разработку конечного продукта, проведение испытаний, анализ необходимости проведения недостающих научных исследований, внедрение и эксплуатацию новой техники или технологии. Перед началом работы инженер проводит исследование, которое включает изучение среды проектирования, обоснование необходимости разработки, предполагаемые результаты и возможность применения полученных научно-технических достижений в практике.

Считаем необходимым выделить существенные признаки профессиональной инженерной деятельности: 1) принадлежит к области материального производства, технологической практике, науке и искусству; 2) имеет техническую и практическую направленность (процесс создания реально существующих объектов, технологий при использовании умственного труда инженера); 3) взаимодействует с научными знаниями (теоретические научные положения трансформируются в технические принципы); 4) неотделима от научно-технического творчества; 5) включает процесс проектирования в два этапа (от эмпирических технических знаний к научным, от знаний к новому объекту); б) приносит практическую польза обществу.

А.М. Климов [64] выделяет четыре вида инженерной деятельности, которые мы представили в виде схемы (Рисунок 1).

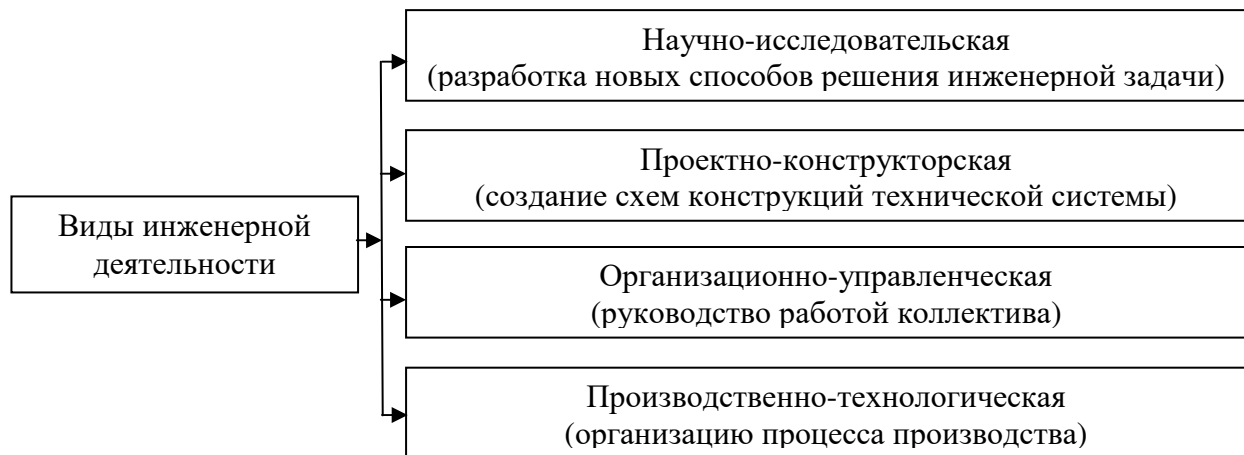


Рисунок 1 – Виды инженерной деятельности

Мы можем констатировать, что инженерная деятельность играет значительную роль в жизни общества. Инженер должен сочетать в себе способности научного работника, конструктора и грамотного управленца. Современному инженеру необходимо не только уметь разрабатывать конструкции и параметры технических систем, но и иметь представление обо всех смежных видах деятельности для удовлетворения требований рыночной экономики: анализировать тенденции рынка; изучать целевую аудиторию и психологию потребителя; координировать взаимодействие всех специалистов,

занятых в производстве; учитывать социально-экономические факторы. Для многих инженеров данное обстоятельство является психологическим барьером, что требует грамотного формирования профессиональных качеств, мотивации и когнитивного развития личности в образовательных учебных заведениях.

В современных исследованиях все чаще отмечается, что для востребованности на рынке труда выпускникам технических университетов необходимо обладать рядом конкретных компетенций, в основе которых лежат «мягкие навыки». Под «мягкими навыками» принято понимать совокупность навыков, таких как: убеждение, ведения переговоров, лидерства, эмоционального интеллекта, работы в команде, личностного развития, эрудированности, креативности, управления временем [183]. Именно «мягкие навыки» позволяют современному инженеру применять полученные технические знания и умения, добиваться поставленных целей, оптимально управлять ситуацией, выстраивать командное взаимодействие, владеть нестандартными подходами в принятии решений. Следовательно, еще в процессе обучения будущий инженер должен получить развитие необходимых «мягких навыков», что обеспечит в будущем эффективность профессиональной деятельности.

Переход к новой образовательной парадигме, детерминирует переориентацию образования на развитие у обучающихся личностных качеств и творческих способностей, на формирование компетенций и общей культуры. Погружение в сферу научно-технического творчества обучающихся – это не просто передача опыта действий, но и аналитических способностей к осуществлению деятельности, ценностное отношение к труду, умений практического воплощения творческих идей. На смену инженеру, воссоздающему опыт предшественников, должен прийти инженер будущего, ориентированный на продуктивную и творческую деятельность.

Сфера научно-технического творчества в современном обществе является главным фактором эволюции процесса цивилизации, значимость приобретает интеллектуальный потенциал человека, способность сочетать самообразование с научной деятельностью, постоянно пополнять научный потенциал новыми

знаниями. На сегодняшний день темп научно-технического прогресса определяет новое содержание целями и задачами непрерывного образования на всех уровнях, конечным результатом которого должно стать подготовка высококвалифицированного специалиста, умеющего творчески мыслить, обладающего современными компетенциями.

Научно-техническое творчество является видом конструкторско-технологической деятельности, в результате которой происходит создание принципиально новых и социально значимых продуктов, имеющих объективную или субъективную новизну [40]. Таким продуктом может быть инновационное решение технической или инженерной задачи, оригинальный способ или предложение по совершенствованию технологического процесса, конструирования существующих технических устройств.

Исследователи в области интеграции научного и технического творчества С.С. Гусев, Е.А. Гусева, выделяют следующие этапы при решении производственно-технологических задач на основе инженерного поиска:

- определение общественной потребности;
- постановка технической задачи;
- преобразование задачи в теоретическую форму;
- поиск путей решения, в том числе через научные знания;
- поиск области применения реализации найденного решения;
- материальное воплощение результата [35, с. 64].

При этом решение задачи в сфере научно-технического творчества должно учитывать социально-экономические изменения, последующие после внедрения результатов.

И.В. Вагнер и Ю.Ю. Власова [20] отмечают, что формируемое сегодня образовательное пространство должно стать одной из развивающих и мотивирующих сред для выявления и поддержки творческого потенциала молодого поколения. Так, приобщение обучающихся к научно-техническому творчеству способствует формированию гражданской позиции и подготовки к успешной самореализации в социальной практике, что приведет к дальнейшему

сознательному профессиональному самоопределению по профессиям технической или инженерной сферы.

Научно-техническое творчество обучающихся общего образования является осознанным, целенаправленным познавательно-психологическим процессом коллективной или индивидуальной творческой деятельности, которая направлена на развитие индивидуальных творческих, изобретательских способностей детей и осуществление межпредметных связей. Погружение в сферу научно-технического творчества обучающихся направлено на приобщение их к новаторской творческой работе, что является тем катализатором, с помощью которого может быть успешно решена важнейшая задача экономики нашей страны – переход на путь развития и построения экономики, основанной на знаниях и научных достижениях [95].

Научно-техническое творчество как педагогическая система отвечает необходимым требованиям: обладает стабильностью и устойчивостью, взаимодействием структурных и функциональных элементов, их упорядоченности и направленности на результат [6]. Данная система определяет формирование новых компетенций будущих специалистов и выполняет следующие функции: позволяет реализовать высокий потенциал творческой активности обучающихся в виде будущих успешных научно-технических разработок, формирует кадровый потенциал, обеспечивающий устойчивое развитие страны в целом.

Сфера научно-технического творчества является наиболее массовой формой по привлечению подрастающего поколения к творчеству и средством развития способностей обучающихся к занятию инженерной деятельностью над созданием материальных объектов с признаками полезности и новизны.

В истории нашей страны начало организации массового детского творчества относят к началу 20-х годов прошлого века, активное же развитие технического творчества происходило в школьном образовании до конца 60-х годов. Появлялись школьные конструкторские бюро, кружки радиотехники и авиамоделирования, в которых подрастающее поколение приобщалось к

инженерной деятельности. В рамках клубов со школьниками проводили занятия опытные специалисты производственного сектора и научно-исследовательских учреждений. Интенсивная работа кружков детского технического творчества помогала решению задач политехнического образования. В середине прошлого века Центральным комитетом страны было утверждено положение о Всесоюзной выставке технического творчества пионеров и школьников, задачами которой были: ознакомление обучающихся с основами производства; содействие организациям общего образования в развитии детского технического творчества; пропаганда среди учащихся достижений отечественной науки и техники [102].

Для обогащения материально-технической базы общеобразовательных организаций ряд промышленных предприятий организовал производство конструкторских наборов (радио, авиа и др.), промышленные предприятия на безвозмездной основе передавали в школы неиспользуемое оборудование [99]. Бесценный опыт организации детского технического творчества был утрачен в 90-х годах, когда профессия инженера обесценилась, и только в последнее десятилетие ситуация начала меняться в лучшую сторону. Так в 2017 году был принят План мероприятий «Кружковое движение» Национальной технологической инициативы [117], в котором отражены основные направления мероприятий и создания условий для развития научно-технического творчества подростков. В указанной программе одним из направлений развития дополнительного образования является развитие сети детских технопарков под названием «Кванториум». Плюсом данных площадок является наличие разных образовательных программ (от робототехники до виртуальной реальности) и оснащение высокотехнологичным оборудованием, что может способствовать решению проблемы подготовки образованного специалиста с учетом передовых инновационных технологий. В данной модели приобщения детей к инженерной деятельности есть существенный недостаток. Так, в своем исследовании В.В. Жуков, С.Ю. Ляпина С.Ю., В.Н. Тарасова [45] отмечают, что основной контингент технопарков приходится на подростков старшего школьного возраста. И, следовательно, «Кванториумы» не решают проблемы привлечения в

инженерную сферу талантливых детей, так как подростки к 15-16 годам уже обладают определенными базовыми знаниями и заинтересовать их техникой значительно сложнее, чем детей младшего возраста. По мнению авторов, необходимо снизить «стартовый возраст» для занятий в кружке детского научно-технического творчества до уровня младшего или среднего школьного возраста, когда для них мир науки и инженерного дела еще не познан, любое приобщение к современным технологиям будет новым и неизведанным.

При рассмотрении дополнительного образования нам близка точка зрения П.С. Черемухина и А.А. Шумейко, по мнению которых «система дополнительного образования недостаточно интегрирована с системой общего образования, что не позволяет комплексно использовать ее потенциал» [179, с. 541]. В отличие от дополнительного образования в системе общего образования имеются большие возможности для комплексного включения обучающихся в инженерную деятельность, при этом цель, задачи и методы работы учителей при переходе с одной ступени обучения на другую изменяются.

Обращаясь к трудам современных авторов, Н.В. Ходакова [177] отмечает, что в качестве эффективного средства развития инженерного мышления и технических способностей младших школьников определяются внеурочные занятия по робототехнике. Лего-конструирование представляет собой вид деятельности по созданию из блоков Лего и дополнительных электронных модулей различных программируемых роботов, человекоподобных механизмов с заданными функциями и планом действий в соответствии поставленной задачей. Конструируя, школьники могут рассмотреть пространственный объект, установить взаимосвязь между его элементами, запрограммировать действия по выполнению определенных условий. Робототехника относится к междисциплинарной области, которая интегрирует мехатронику и информатику, позволяет вовлечь школьников младшего возраста в техническое творчество и инженерную деятельность. Однако по мнению Д.М. Гребнева [31], можно выделить следующие недостатки использования программируемых конструкторов в обучении школьников: ребенок не видит системной работы

механизмов и электроники, результат работы представляется в готовом виде после реализации программного алгоритма; разрабатывая собственных роботов, ребенок не использует базовые чертежные инструменты (линейка, циркуль), соответственно не развиваются значимые навыки геометрического построения; работа по сборке и программированию роботов достаточно далека от той реальности, которая представляется в современном производстве. Таким образом, использование робототехнических конструкторов целесообразно только для знакомства обучающихся с инженерной деятельностью, развития навыков конструирования и мелкой моторики, обучению основных принципов механики.

В настоящее время, ученые: Э.Р. Жданов [44], А.Л. Королев [70], О.О. Пантелеева [113] и др. содержание инженерной деятельности обучающихся основного общего образования раскрывают с применением проектного подхода. Работа обучающихся над проектом имеет высокий инновационный потенциал, оказывает принципиальное влияние на профессиональное самоопределение, через расширение научных знаний и развитие практико-ориентированных умений и навыков с использованием современных технологий. Разнообразие форм проектной деятельности открывает большие возможности для деятельности учителя: варьировать этапы, включать различные познавательные мероприятия и т.д. У школьников формируются такие умения и навыки, как исследовательские (подбор методов исследования исходя из содержания поставленной задачи; проведение расчетов по экспериментальным данным; осуществление наблюдения), информационные (работа с различными источниками информации; анализ и обобщение собранной информации для практической части работы), предметные (проектирование и конструирование технических систем для реализации проекта; работа с компьютерным программным обеспечением по обработке полученных экспериментальных данных и других прикладных графических программ), коммуникативные (эффективная работа в команде; совместное решение задач), а также развиваются способности к саморазвитию, самоопределению и самообразованию.

С принятием в 2018 году Концепции преподавания предметной области «Технология» [65] задача по формированию у обучающихся проектной и исследовательской культуры во всех видах образовательной деятельности (в урочной и внеурочной) была отнесена к курсу по изучению предмета «Технология». Согласно Примерной рабочей программе основного общего образования предмета технология (от 27.09.2021 г.) учащиеся получают знания о работе над проектом в полном объеме: от формулирования проблемы и до получения законченного результата. Школьники знакомятся с понятием об инженерных проектах: проектная документация, чертеж, проектирование, спецификация, размеры и т.д.

Вариативный модуль Программы предполагает обучение основам компьютерного трехмерного моделирования и прототипирования. Трехмерное моделирование мы понимаем как построение компьютерной модели технического объекта (не обязательно реально существующего) в системе автоматизированного проектирования с целью объяснения, модификации, изготовления и изучения. В процессе моделирования важным становится строгость, точность и правильность геометрических построения объектов, их формы и размеры, физические и механические свойства. Быстрое прототипирование (трехмерная печать) – изготовление с помощью трехмерного принтера физического трехмерного объекта (прототипа) на основе компьютерной модели методом послойного наращивания материала (тонкой полимерной нитью).

Включение школьников в технологическую деятельность связано с актуализацией повышенного интереса и к инженерии в целом. Так проводя работы с трехмерным оборудованием и выполняя необходимые процедуры для решения поставленных задач, учащиеся показывают высокие результаты в своей работе, что непременно оказывает положительное влияние на эмоциональное переживание и вдохновляет на занятие инженерной деятельностью. Следует подчеркнуть, что интерес к техническому творчеству активизирует особый тип мышления, основанный на сенсорном восприятии и моторной активности, который способствует успешному овладению необходимых навыков и умений.

При наличии интереса возрастает качество работы, пробуждается познавательная активность, стимулируется интеллектуальная и познавательная деятельность. Активность обучающихся возрастает под влиянием внешних факторов применения технических средств, сопутствующие эмоциональному подъему (восхищение, восторг, удивление, изумление и т.п.). Стремление разобраться с ранее неизвестными подростку техническими приемами труда предоставляет возможность усилить первоначальную заинтересованность результатами практического использования оборудования.

Необходимо отметить, что технологическая деятельность основывается на полученном опыте, тогда как инженерная деятельность предполагает регулярное применение научных знаний. Следовательно, на уроках технологии происходит формирование основ технологической компетенции (не инженерной), под которой принято понимать «способность обучающегося эффективно использовать систему знаний, умений, навыков по производству (изготовлению) продукции в конкретных ситуациях, соблюдая последовательность выполнения операций, технологического режима и санитарно-гигиенических условий, согласно сборникам технологических нормативов, безопасности и требований охраны труда» [175, с. 68].

Образовательная область «Технология» в системе общего образования несёт нагрузку по практико-ориентированному обучению, так обучающиеся знакомятся с миром профессий и различными сферами общественного производства, что обеспечивает непрерывный переход от общего к профессиональному образованию.

Таким образом, при формировании основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся необходимо сопоставлять темы занятий с программой урочной формы обучения, принимая во внимание опыт и знания, которые обучающиеся получают по предмету технология.

Рассматривая урочную форму обучения необходимо также отметить, что сегодня особое значение придается довузовской подготовке абитуриентов, целью которой является решение задачи профессионально ориентированной подготовки

будущего студента по определенному профилю университета. Необходимость развития инженерно-технического образования на региональном уровне определило создание на базе высших учебных заведений «Инженерных классов», либо различных технических лицеев, в которых осуществляется профнавигация в сфере инженерной деятельности для обучающихся 10-11 классов. Целью образовательной программы является создание конкурентоспособной и социально значимой модели обучения для получения широкого образования инженерно-технической направленности. Программа обучения предусматривает как углубленное изучение отдельных предметов (математика и информатика), так и дополнительные занятия по элективным курсам (трехмерное моделирование, инженерная графика, мехатроника и др.) [22]. К основным задачам реализации образовательной программы относят: преемственность общего и высшего образования; профессиональную ориентацию обучающихся в партнерстве с высшим учебным заведением и инженерными предприятиями; формирование у обучающихся научного мышления и навыков проектной деятельности [111]. Обучение проводят преподаватели и сотрудники технических факультетов, занятия проходят в лабораториях университета, оснащенных передовым оборудованием. Такой подход обеспечивает не только преемственность образования, но и оказывает положительное влияние на мотивационную готовность к получению инженерной специальности, предоставляет возможность школьникам развивать навыки инженерной и проектной деятельности.

Необходимо отметить, что «Инженерные классы» представляют собой профильное обучение, одна из основных целей которого обеспечение профессиональной ориентации и самоопределения обучающихся с учетом их интересов, склонностей и способностей. Выпускник основной школы должен быть мотивированным на выбор именно технологического профиля обучения в 10-м классе.

Безусловным является тот факт, что выбор будущей профессии один из важных этапов жизненного пути каждого обучающегося общего образования. Приоритетом в профессиональном самоопределении часто становится

престижность профессии в обществе, а не способности и желание самих будущих абитуриентов. В подростковом возрасте сложно осуществить осознанный выбор профессии, следовательно, на данном этапе жизни важным становится правильная ориентация обучающихся в мире профессий с возможностью формирования основ профессиональных компетенций.

Обратим внимание на указ Президента РФ «О национальных целях и стратегических задачах развития РФ на период до 2024 года», в котором говорится о важности более ранней профессиональной ориентационной работы в школе. В этой связи сегодня становится актуальной точка зрения, согласно которой интерес молодого человека к техническому творчеству и изобретательству необходимо пробуждать при получении основного общего образования.

Так А.С. Чиганов [182] считает, что если подросток не увлечен конструктором, техническими системами, решением инженерных задач, то готовить его к инженерной профессии в дальнейшем не имеет никакого смысла. По его мнению, пробуждать интерес детей к техническому творчеству необходимо именно на ступени общего образования, выявлять способных к инженерному делу с 5 класса. Профильное обучение в 10-11-х классах за счет увеличения количества часов способно лишь расширить учебный материал, добавить новые темы для изучения, что никак не помогает учащимся «соприкоснуться» с профессией инженера. С данной точкой зрения согласен А.В. Меренков [94], по результатам его социологического исследования 43% будущих студентов начали испытывать потребность в инженерном образовании только в старших классах школы (10-11-й класс). При этом 40% опрошенных решили связать свое будущее с любой профессией в технической области, либо решающим фактором в приобретении инженерной специальности для них было влияние родителей, и только 14% до 10 класса определились с будущей профессией инженера. Как подчеркивают Т.В. Свадьбина и В.В. Ретивина [143], в ходе социологического исследования о профессиональном выборе школьников только 14% респондентов отметили в качестве решающего фактора в дальнейшем профессиональном самоопределении

встречу с представителями профессии, большинство же (46%) прислушались к мнению близких родственников, что свидетельствует о недостаточно эффективности системы школьной профориентационной работы.

Можно констатировать, что профессиональное самоопределение школьников носит случайный характер, следовательно, обостряется проблема эффективной ранней профессионально-ориентированной подготовки, позволяющей в подростковом возрасте формировать устойчивую потребность в получении дальнейшего инженерного образования.

Исследователи отмечают, что сегодня происходит стремительное развитие технологий и можно столкнуться с ситуацией, при которой выпускник, получивший профессиональное образование, приступит к трудовой деятельности с неактуальными, устаревшими знаниями. Только опережающая педагогика может быть в условиях технологических трансформаций, следовательно, необходимо создавать методическое обеспечение и практические возможности, позволяющие любому школьнику заниматься инженерной деятельностью на элементарном уровне [26].

При организации элементарной инженерной деятельности обучающихся общего образования обязательность в выполнении процедур реальной профессиональной деятельности инженеров сводится к формальности и замещается любознательностью и заинтересованностью, а свобода выбора средств и способов деятельности, темпа работы позволяет чувствовать себя комфортно.

Л.Э. Крейндлиг выделяет следующие принципы организации инженерной деятельности обучающихся: проведение научно-исследовательских работ при решении поставленных задач; привлечение специалистов, которые имеют опыт реального инженерного дела; профориентационная работа через пробы разных форм деятельности (общение, творчество и др.); самостоятельное приобретение знаний; умение понимать сроки выполнения работ; изготовление макетов и образцов [78]. При этом, как отмечает исследователь, становление инженерной деятельности необходимо осуществлять параллельно с базовым общим

образованием, с учетом индивидуальных возможностей и с возможностью корректировки задания в зависимости от текущих результатов обучающихся.

Сказанное выше, а также анализ работ отечественных исследователей [26; 70; 78; 92; 182 и др.] позволяет нам сделать обобщение в виде структуры инженерной деятельности обучающихся (Рисунок 2), которая включает такие элементы как содержание, функции и результаты.

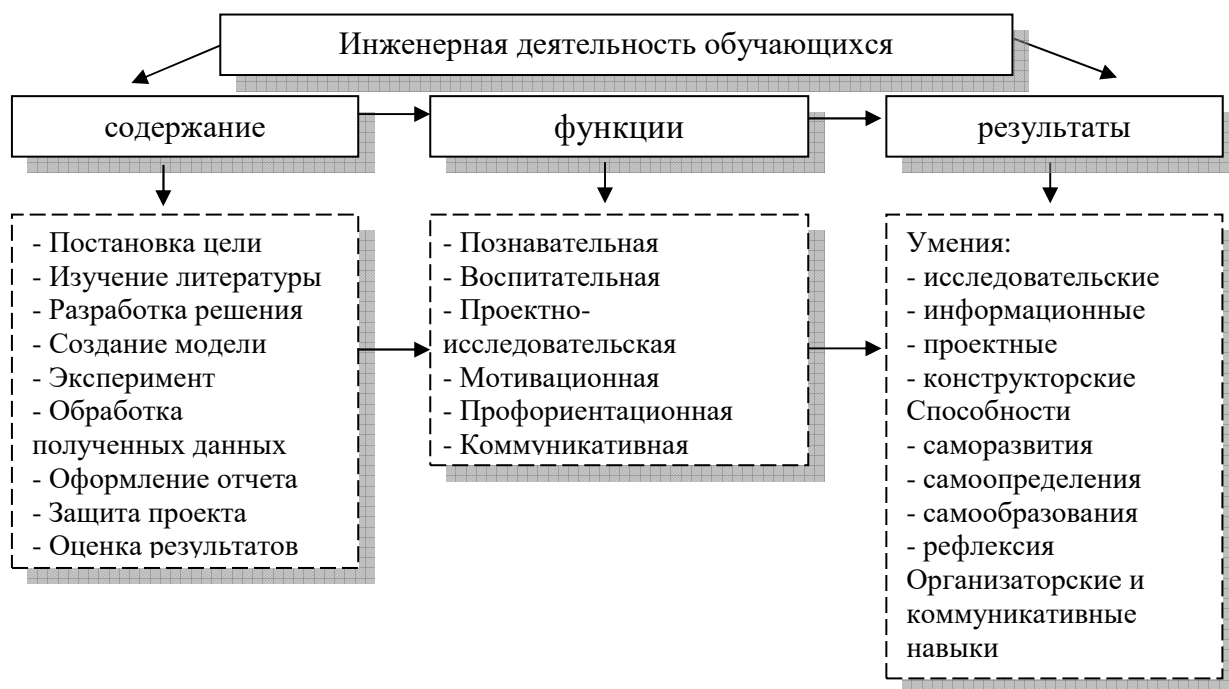


Рисунок 2 – Структура инженерной деятельности обучающихся

Инженерной деятельности школьников присущи следующие функции:

- Познавательная – включение в инженерную деятельность способствует активизации познавательной активности и развитию креативного мышления;
- Воспитательная – приобщение к инженерной деятельности помогает учителю достичь цели воспитательного процесса, а именно развитие личности учащихся, расширение их кругозора и формирование мировоззрения, через практику решения инженерных задач;
- Проектно-исследовательская – организация инженерной деятельности закладывает проектные умения, при этом проектный подход к проводимым исследованиям, обеспечивает поиск новых решений инженерных задач;

- Мотивационная – способствует стремлению обучающихся к созидательному и практическому труду, становиться исследователями и изобретателями;
- Профориентационная – осуществление инженерной деятельности способствует профессиональному самоопределению обучающихся, осознанному выбору в будущем инженерной специальности;
- Коммуникативная – обеспечивает построение взаимоотношений с другими субъектами инженерной деятельности (обучающиеся, учителя, эксперты) и устранение в общении психологического барьера.

Исходя из приведенного выше теоретического анализа, можно предположить, что в процессе включения обучающихся основного общего образования в инженерную деятельность эффективным будет погружение учащихся в научно-исследовательскую деятельность при участии высших учебных заведений, которые обладают более обширной теоретической и материальной базой по сравнению с организациями общего образования.

Между тем, среди ученых нет единого мнения в вопросе об определении понятия «инженерной деятельности обучающихся основного общего образования». На основании проанализированного материала сформулируем авторское определение:

Инженерная деятельность обучающихся основного общего образования – это организуемая учителем познавательная, научно-исследовательская и проектная деятельность школьников, направленная на решение элементарных инженерных задач по созданию материальных объектов. В результате творческого овладения инженерной деятельностью у обучающихся основного общего образования формируются основы инженерной компетенции.

На основании проведенного анализа, приходим к выводу, что в качестве основного результата освоения инженерной деятельности обучающихся можно рассматривать сформированные основы инженерной компетенции.

Следовательно, когда определена структура инженерной деятельности обучающихся, в рамках решения поставленной нами проблемы, необходимо проанализировать педагогические исследования и обосновать собственную точку

зрения толкования базовых понятий: «компетентность», «компетенция», «основы инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования», «формирование основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования». Представляется необходимым остановиться на изучении компонентного состава основ инженерной компетенции обучающихся основного общего образования, раскрыть ее внутреннее наполнение, определить ее место в структуре ключевых компетенций.

Сегодня мировое сообщество возлагает большие надежды на новое поколение компетентных кадров, способных вести самостоятельную инженерную деятельность, управлять научными, конструкторскими или технологическими коллективами, решать сложные инженерные задачи в производственном процессе. Следовательно, в содержательно-дидактическом плане важное место сейчас занимает ориентация педагогического процесса на формирование личности, готовой развивать и использовать компетенции, заложенные еще в школьном возрасте. Перспективой такой ориентации в образовании занимает компетентностный подход – как актуальная альтернатива сложившейся знаниевой парадигме образования в ответ на требования современного общества.

Как отмечают А.А. Коростелев и О.Н. Ярыгин, система обучения, основанная на репродуцировании знаний, навыков и умений, устарела и не способна решить задачи по обеспечению высококвалифицированными кадрами сферы промышленности, научно-технических разработок. Для формирования «компетентного выпускника» необходимо применение новых педагогических технологий и методов обучения, направленные на развитие познавательной, коммуникативной и личностной активности обучающихся. Таким перспективным направлением в образовании и является компетентностный подход [71].

В соответствии с федеральным государственным стандартом основного общего образования (ФГОС ООО) реализация идей компетентностного подхода предполагает, что в процессе обучения у школьников развиваются способности самостоятельно решать познавательные, мировоззренческие, нравственные и

иные проблемы в различных сферах деятельности человека, используя полученный ранее опыт [167; 168]. В общеобразовательной организации должны быть созданы необходимые условия для формирования у обучающихся опыта определенной деятельности, на основе которого у них появится способность действовать в новых обстоятельствах с заранее не предусмотренными средствами [81].

К основным понятиям компетентностного подхода относят «компетенцию» и «компетентность». Сегодня общество склонно считать человека, предоставляющего профессиональные услуги компетентным лишь в какой-либо определенной сфере деятельности. Так, в толковом словаре С.И. Ожегова под понятием «компетентный» (лат. *competens* - надлежащий, способный) понимается «знающий, осведомленный в какой-либо области; человек, обладающий компетенцией» [105, с. 288]. Слово «компетенция» (лат. *competentia* - принадлежность по праву) означает «круг вопросов, в которых человек хорошо осведомлен, обладает познаниями и опытом» [там же, с. 288].

В зарубежной литературе термины «компетенция» и «компетентность» зачастую используются как синонимы и определяются как готовность к выполнению определенной деятельности. Так с точки зрения исследователей мотивации достижения Л.М. и С.М. Спенсеров «компетенция – базовое качество индивида, имеющее причинное отношение к эффективному и/или наилучшему на основе критериев исполнению в работе или в других ситуациях» [196, с. 9].

Исследования проблемы компетенций и компетентностей проводилось многими отечественными учеными (В.И. Байденко, О.М. Бобиенко, А.А. Вербицкий, И.А. Зимняя, Н.В. Кузьмина, Г.К. Селевко, А.И. Субетто, А.В. Хуторской и др.). Каждый из них представляет собственную трактовку понятий, создавая новые модели их изучения для повышения качества образования.

Отметим, что в отечественной педагогической литературе ряд ученых проводят четкое разграничение в дефиниции данных понятий. Например, З.М. Большакова [16] изучая для развития научного познания различия данных терминов, связывает компетентность с качествами личности, а компетенцию с полномочиями личности, где

В смысловом понимании полномочия предоставляются личности, а качества определяют соответствие личности данным полномочиям и способность их исполнить.

В педагогических публикациях термин «компетентность» употребим в качестве характеристики личности, обладающей всесторонними знаниями в конкретной области, и предполагает завершение образования определенной степени индивидом, его готовность к выполнению результативной деятельности. Компетентность трактуется как профессиональная способность человека к актуальному выполнению действий, содержащая результаты обучения, специфические знания, навыки, систему ценностных ориентаций, привычек [49]. С точки зрения Л.В. Черепановой [181], компетентность – это результат обучения, заключающегося в обретении школьником особого свойства, с помощью которого он может осуществлять различные виды деятельности, используя полученные знания, умения и навыки.

Учитывая представленные выше определения, считаем правильным в данной работе под «компетентностью» понимать способность и стремление выполнять поставленные задачи обучающимися, применяя знания, усвоенные и накопленные ранее в процессе обучения. В компетентности проявляется компетенции как внутренние потенциальные знания человека.

С позиции Л.В. Росновской компетенцию необходимо отождествлять со свойством носителя осознанной активности, познающего и меняющего внутренний и внешний мир в практической деятельности. Компетенция представляет собой «сущностные характеристики субъекта деятельности, представляющие единство его познавательной, аксиологической, проектной, праксеологической и коммуникативной способности и готовности к осуществлению видов деятельности, присущих той или иной профессии» [135, с. 149]. Следовательно, компетенция определяется как способы действия, обеспечивающие результативное выполнение социальной или профессиональной деятельности.

Согласимся с мнением И.А. Зимней, «компетенция – это некоторые внутренние, потенциальные, сокрытые психологические новообразования (знания, представления, программы (алгоритмы) действий, системы ценностей и

отношений), которые затем выявляются в компетентностях человека как актуальных, деятельностных проявлениях» [50, с. 40]. С точки зрения ученого, компетентность представляет собой интегративное воплощение и актуальное проявление компетенции.

Исследуя проблемы компетентностного подхода в общем образовании, Т.В. Осенчугова [109] отмечает, что компетенция это заданное наперед требование к подготовке школьника, необходимое для его успешной профессиональной деятельности, а компетентность – это состоявшееся личностное качество индивида, с наличием опыта работы в определенной сфере. Таким образом, компетенция представляет собой многоаспектное явление – включает в себя знаниевые, личностные и деятельностные аспекты индивида.

Таким образом, на основании вышеизложенного, под *компетенцией* в нашей работе мы понимаем неразрывно связанные между собой как в содержательном, так и в деятельностном аспекте, качества личности (знания, умения и опыт), которые проявляются, развиваются и реализуются при решении комплекса задач в конкретной деятельности индивида.

Одна из важнейших задач нашего исследования состоит в уточнении сущности понятия «основы инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся». До сих пор данное понятие не имеет однозначной трактовки в науке. Так, современной научной литературе представлено значительное количество работ авторов, изучающих проблемы формирования различных компетенций обучающихся основного общего образования [51; 59; 118; 133; 152 и др.]. Необходимо подчеркнуть, что немного научных трудов посвящено именно инженерной компетенции и описанию моделей процесса формирования основ инженерной компетенции у подростков. Особо отметим, что при анализе исследований, посвященных проблеме предпрофильной подготовки обучающихся основного образования [7; 14; 76; 91 и др.], можно заключить, что вопрос формирования основ инженерной компетенции в них, к сожалению, не поднимается.

Следует констатировать, что в современной науке проблема формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования не достаточно разработана, ее актуальность не вызывает сомнения и требует всестороннего исследования.

Рассматривая вопрос формирования элементов инженерной компетенции школьников, Л.А. Морамзина и Н.П. Безрукова [97] сходятся во мнении, что подготовку инженерных кадров необходимо начинать на уровне общего образования, формируя навыки работы с техническими устройствами, ориентируя школьников на проектно-исследовательскую деятельность, развивая у них творческие способности. В исследовании представлена авторская трактовка понятия: инженерная компетенция – это «интегративная характеристика личности, включающая техноэтический, интеллектуальный, когнитивный, операциональный компоненты и определяющая готовность к профессиональной деятельности» [там же, с.7]. В соответствии с данным определением авторы определяют организационно-педагогические условия совершенствования процесса формирования основ инженерной компетенции: применение информационно-коммуникативных технологий, технологий проектного и проблемного обучения; участие школьников в олимпиадах по черчению и в научно-практических конференциях. На наш взгляд, некоторые из перечисленных условий имеют ключевой характер для процесса формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся, однако, другие часто используются в образовательном процессе.

Научный труд И.С. Шмыговой и М.Е. Чекулевой [187] посвящен формированию основ инженерной компетенции школьников через решение прикладных задач. Понятие «инженерная компетенция» отождествляется с понятием «инженерное мышление» и рассматривается как особая форма отражения взаимосвязей предметных структур практики, которая включает в себя логическое, образное и творческое мышление. Инженерное мышление формируется при решении инженерных задач и направлено на создание технических устройств, организации технологий с помощью способов и приемов инженерной деятельности.

Интересными для нашего исследования являются ценности инженерной компетенции обучающихся, которые авторы видят в оказание положительного влияния на формирование предметных компетенций, повышение уровня профессионального самоопределения, а также саморазвитие личности, развитие умений анализа ситуации и прогнозирования действий в инженерной деятельности.

Также основам инженерной компетенции школьников посвящено исследование В.Е. Михайловой [94], основанное на компетентностном подходе. Изучаемое понятие представлено как совокупность элементарных технико-конструкторских знаний, навыков владения техническими инструментами и умений выполнения конструкторских разработок через исследовательскую деятельность. Содержание инженерной компетенции заключается в способности к осуществлению научно-технических и прикладных исследований. Для нас значимы критерии для определения степени сформированности компетенции обучающихся, к ним относятся: проявление интереса к профессии инженера; способность находить инновационные способы решения инженерных задач; владение навыками проектной деятельности и др. Согласимся что, современный инженер должен обладать совокупностью профессиональных знаний, навыками работы над проектом, иметь креативное мышление для нахождения нестандартных решений.

Л.П. Панкратова и О.С. Коротеева под инженерной компетенцией, формируемой у обучающихся общеобразовательных организаций, подразумевают: умение решать задачи творческого характера; умение оценивать результаты своей деятельности; креативное мышление; коммуникативные и координационные навыки; владение когнитивной гибкостью для решения сложных инженерных задач. Для нашего исследования особое значение имеет опыт по формированию инженерной компетенции за счет сетевого взаимодействия с образовательными организациями высшего образования и предприятиями. Авторами разработан план работы с сетевыми партнерами на каждый год, что позволило им добиться высокой результативности и эффективности в образовательном процессе. Общая идея создания сетевого партнерства заключается в необходимости привлечения

научных работников образовательных организаций высшего образования и специалистов различных производственных предприятий к решению проблем детского технического творчества.

В свою очередь, с точки зрения Ю.А. Подворчана [119], инженерная компетенция включает: готовность к исследованию инженерных задач; способность качественно оценивать информацию; проводить анализ комплексных инженерных проблем с помощью теоретических и практических методов; нести ответственность за принятое решение; внедрять инновации.

Одновременно, проведенный нами анализ исследований, в которых рассматривается инженерная компетенция, позволяет нам утверждать, что для высшего образования данное понятие определяется как одна из составляющих профессиональной компетентности будущих специалистов. По мнению авторов, инженерная компетенция студентов включает следующие навыки и способности: владение начертательной геометрией и инженерной графикой; пользование программными средствами выполнения и редактирования чертежей; подготовки конструкторско-технологической документации; разработки проектной документации; оформление результатов проектно-конструкторской работы [122].

Таким образом, формирование основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования является «отправной точкой» для более углубленной подготовки к будущей профессиональной деятельности на следующих уровнях образования.

Также становится очевидным, что инженерная компетенция является многокомпонентной структурой, которую необходимо рассматривать как целостную систему, включающую комплекс взаимосвязанных компонентов.

Опираясь на представленный опыт исследования компетенций, с учетом специфики инженерной деятельности мы определили компонентный состав основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования (рисунок 3), который включает четыре компонента: личностно-мотивационный, когнитивный, коммуникативно-деятельностный и рефлексивно-оценочный.



Рисунок 3 – Составляющие компоненты основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования

Личностно-мотивационный компонент включает положительное отношение к инженерной деятельности и интерес к профессии инженера, который проявляется в потребности индивида в знаниях, умениях, опыте, в приобретении эффективных способов организации будущей профессиональной деятельности; в желании продуктивной работы, в проявлении воли и целеустремленности; в осознании смысла техники и технологий для развития материально-производственной, бытовой и духовной сфер общества; в проявлении личной инициативы; в понимании степени ответственности за принятые решения. В целом, личностно-мотивационный компонент содержит совокупность внутренних и внешних мотивов, побуждающие и направляющие инженерную деятельность школьника, отвечая потребности самосовершенствования и самореализации, нацеленных на устойчивое формирование положительного отношения учащихся к инженерной деятельности, трансформируемое в личностные качества - ответственность, уверенность в себе, самостоятельность.

Когнитивный компонент составляет совокупность фундаментальных и прикладных знаний в области инженерной деятельности для применения их в решении исследовательских и проблемных задач. Когнитивный компонент основ инженерной компетенции включает такие умения, как грамотно выстраивать логическую цепь мыслительных процессов; аргументировать свою позицию и взгляд на проблемную ситуацию; предлагать альтернативное решение; проводить классификацию, обработку и оформление информации; предвидеть результат, спрогнозировать последствия технических преобразования; оформлять

техническую документацию; работать с графическими программами. Необходимо отметить, что когнитивный компонент отражает такие знания и способности, которые необходимы учащимся для проведения в будущем передовых научных исследований и проектных разработок.

Коммуникативно-деятельностный компонент представляет собой овладение обучающимися навыками и умениями такими как: вести проектную и научно-исследовательскую работу, применяя полученные инженерные знания; осознано выбирать технологические решения, соизмеряя свои возможности; находить инновационные способы решения элементарных инженерных задач, опираясь на общий уровень развития науки и техники; планировать свою работу над инженерным проектом (формулировать проблему, выдвигать гипотезу, ставить цели и задачи проекта и т.д.); эффективной работы в команде (организация групповой деятельности, распределение полномочий, принятие управленческих решений). Таким образом, коммуникативно-деятельностный компонент основ инженерной компетенции обучающихся представлен группой навыков и умений, которые формируются через творческое овладение инженерной деятельностью.

Рефлексивно-оценочный компонент мы рассматриваем как способность школьника к адекватной оценке своей инженерной деятельности и ее результатов; к самоконтролю и самоанализу; к осмыслению собственной значимости в группе. Обоснованно определить данный компонент нам позволяет научная работа Ю.Н. Прачева [125], в которой рефлексия инженера рассматривается как процесс самоанализа деятельности, нахождения ошибок в решении проблем, грамотная корректировка получаемых результатов инженерного решения. Отсутствие или неразвитость рефлексивно-оценочных умений у обучающихся, неспособность им осмысливать, прорабатывать и анализировать результаты своей деятельности, может послужить непреодолимым препятствием на пути достижения целей инженерной деятельности. Формирование рефлексивно-оценочного компонента обеспечивает возможность школьника к выстраиванию правильного алгоритма работы над проектом, к планированию решения инженерных задач, к способности анализировать возможные последствия принятых решений.

Раскрытые нами компоненты составляют содержание основ инженерной компетенции обучающихся общеобразовательных организаций.

Под *основами инженерной компетенцией в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования* мы понимаем совокупность интегративных качеств личности школьников, которая проявляется в единстве личностно-мотивационного, когнитивного, коммуникативно-деятельностного, рефлексивно-оценочного компонентов и обусловлена инженерной деятельностью через знания, умения и опыт творческого решения элементарных инженерных задач.

Предлагаемая компонентная структура основ инженерной компетенции обучающихся, ее содержательное наполнение определяет ее формирование в условиях образовательного процесса. При этом учителю необходимо владеть определенными методами, средствами, способами диагностики уровня сформированности компетенции обучающихся, а также обеспечить соответствующие организационно-педагогические условия ее формирования.

Для нашего исследования представляет интерес точка зрения О.Н. Ярыгина [193], который говорит о «формировании» как о процессе установления связей между известными компонентами системы для создания новых типов строения личности и ее деятельности, соответствующих системе общественных ценностей. Дальнейшее развитие системы происходит за счет разрешения накопленных в результате функционирования противоречий ее элементов и подсистем.

Таким образом, *формирование основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования* – это целенаправленный педагогический процесс, который осуществляется в организации общего образования и детерминирует развитие личностных качеств, приобретение знаний, умений и опыта для обоснования собственной позиции при решении элементарных инженерных задач и первичном профессиональном самоопределении.

Отметить, что ФГОС ООО не содержит четкого перечня формируемых компетенций обучающихся, так в стандарте приводится описание предметных, метапредметных и личностных образовательных результатов. Список

метапредметных (и личностных) результатов можно условно принять за перечень компетенций формируемых у обучающихся. В отличие от ФГОС ООО, в стандартах высшего образования (ФГОС ВО) приведен конкретный перечень «общекультурных» и «общепрофессиональных» компетенции для разных направлений подготовки. Анализ положений ФГОС ООО и ВО (по специальности «08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений») позволяет утверждать, что содержание стандартов непосредственно связано с аспектами формирования основ инженерной компетенции обучающихся (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристики обучающихся в описании ФГОС ООО [168] и ФГОС ВО [169], которые относятся к компонентам основ инженерной компетенции

Положения ФГОС ООО	Положения ФГОС ВО	Компоненты
«Личностных качеств, необходимых для решения повседневных и нетиповых задач с целью адекватной ориентации в окружающем мире» [168, с. 2]; «Мотивации и уважения к труду, потребности к приобретению или выбору будущей профессии» «Целостного мировоззрения на основе научного и практического познания устройства мира» [168, с. 21]	«Готовностью действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения»; «Готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала» [169, с. 11]	Личностно-мотивационный
«Умение анализировать и выявлять взаимосвязи природы, общества и экономики» [168, с. 49]; «Овладение средствами и формами графического отображения, правилами выполнения графической документации» [168, с. 121]	«Владение методами и средствами сбора, хранения и обработки информации» [169, с. 12]; «Владение основными законами геометрического формирования, необходимыми для выполнения чертежей зданий» [169, с. 12]	Когнитивный
«Овладение приемами учебного сотрудничества и социального взаимодействия со сверстниками и взрослыми в совместной проектной деятельности»; «Понимать и использовать преимущества командной работы при решении конкретной проблемы» [168, с. 50]	«Готовность руководить коллективом»; «Готовность к коммуникации в устной и письменной формах для решения задач профессиональной деятельности» [169, с. 12]	Коммуникативно-деятельностный
«Умение оценивать свои действия с учетом влияния на окружающую среду, достижений целей и	«Способность составлять отчеты по выполненным работам»;	Рефлексивно-оценочный

преодоления вызовов» [168, с. 47]; «Самостоятельно <i>формулировать обобщения и выводы</i> по результатам проведенного наблюдения, опыта, исследования» [168, с. 48]; «Владеть способами <i>самоконтроля, рефлексии</i> » [168, с. 51]	«Владение <i>методами опытной проверки оборудования</i> »; «Владение <i>методами мониторинга, оценки технического состояния строительных объектов</i> » [169, с. 14]	
--	---	--

Отметим что, рассматривая основы инженерной компетенции обучающихся, необходимо уточнить место среди других компетенций, формируемых в образовательном процессе организации общего образования. По мнению А.В. Хуторского, образовательная компетенция – это «требование к образовательной подготовке, выраженное совокупностью взаимосвязанных смысловых ориентаций, знаний, умений, навыков и опыта деятельности ученика по отношению к определенному кругу объектов реальной действительности, необходимых для осуществления лично и социально значимой продуктивной деятельности» [178, с. 56]. Ученым представлена трехуровневая классификация образовательных компетенций: 1) ключевые (общее содержание образования); 2) общепредметные (определенный круг учебных предметов); 3) предметные (формируются в рамках учебных предметов). В основе образовательных компетенций лежат главные цели общего образования, личностный опыт, освоенные виды деятельности ученика, которые позволяют ему не только овладеть теоретическими знаниями, но и осваивать социальный опыт, получать навыки практической деятельности для решения конкретных задач или проблемных ситуаций.

Ключевые компетенции необходимы индивиду для решения проблем повседневной, профессиональной или социальной жизни, они определяют основу обучения в течение всей жизни. Для овладения ключевыми компетенциями школьникам необходимо креативное мышление, активность, самостоятельность, принятие позиции субъекта собственной деятельности, способность к самореализации. Ключевые компетенции не относятся к конкретному учебному предмету или сфере деятельности, они многофункциональны, что позволяет переносить их в различные ситуации: школа, семейный быт или работа.

Необходимо отметить, что единой классификации ключевых компетенций не существует, так как это определенный заказ общества к подготовке его граждан, следовательно, в разных странах социум определяет свой согласованный перечень [145]. Для системы образования многие исследователи предлагали собственный перечень ключевых компетенций. Широкую распространенность имеет представленная А.В. Хуторским [178] группа из семи компетенций: 1) ценностно-смысловая; 2) общекультурная; 3) учебно-познавательная; 4) информационная; 5) коммуникативная; 6) социально-трудовая; 7) личностного самосовершенствования. Исходя из раскрытого ученым содержания каждой ключевой компетенции, мы можем сделать вывод, что основы инженерной компетенции обучающихся интегрирует аспекты большинства из них, что наглядно представлено на рисунке 4.



Рисунок 4 – Взаимосвязь основ инженерной и ключевых компетенций

1.2. Специфика формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования во внеурочной деятельности

Как было отмечено ранее, процесс формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся обусловлен учетом их возрастных особенностей. Следовательно, для дальнейшего исследования проблемы необходимо изучить специфику возрастных особенностей обучающихся основного общего образования.

Средний школьный возраст (ступень основного общего образования – 5-9 классы) совпадает с границами подросткового возраста (11-15 лет). В период подросткового возраста, повышается интенсивность формирования, развития и становления избирательных интересов личности. Подростковый возраст можно определить в качестве достаточно специфичного, сложного, но вместе с тем уникального онтогенетического личностного развития, так как на протяжении данного возрастного этапа происходит глубокая, качественная перестройка совокупности всех ранее сформированных психологических структур, в результате которой возникают важные для дальнейшего развития человека личностные новообразования [61].

В соответствии с позицией И.С. Кона, центральным психическим процессом переходного возраста является развитие личностного самосознания подростка, способствующего формированию глубоких структурных изменений, и чувства взрослости, которые состоят в восприятии подростком себя, как взрослого человека, и представляют центральное новообразование периода подросткового возраста. При этом характерным для подростка является активная позиция при отстаивании своего права на определенное мнение, выраженное в стремлении к эмансипации, с повышением конфликтности в сфере решения значимых вопросов при взаимодействии с окружающими [68].

Внешний смысл проявления чувства подростковой взрослости – это выраженное желание ребенка выглядеть по-взрослому, с направленностью на

стремление подражать значимым взрослым или моделям взрослого поведения. Вместе с тем, специфика проявления во внешнем поведении подростка «взрослости», определяющая особенности его подражания взрослым и приоритет положительной или отрицательной модели взрослого поведения, во многом обусловлена особенностями восприятия подростка его окружающими взрослыми в совокупности с их личностными характеристиками. Соответственно, включение подростка в инженерную деятельность, которая отражает особенности деятельности профессиональных инженеров, способствует осознанию социальной приобщенности и обострению потребности в самоопределении подростков.

На данном возрастном этапе развития в особенностях взаимоотношения с окружающими и проявления себя отмечаются серьезные поведенческие изменения, проявляемые преимущественно в стремлении подростка к познанию всех аспектов человеческой жизнедеятельности.

Склонность современных подростков к аутизации, с погружением подростка в свой внутренний (или виртуальный) мир, применяемая им в рамках межличностного взаимодействия, как копинг-стратегия, создает предпосылки для повышения их интровертированности и индивидуализации личности. При этом утрачивается ценность знаний и формируется специфичное потребительское мышление, эгоцентризм, инфантильность, снижаются адаптивные свойства личности при взаимодействии с социумом [141]. Следовательно, необходимо включать обучающихся в проектную деятельность. Так, работая над инженерным проектом, подростку предоставляется возможность выйти за рамки предметной области школьной программы, расширить мировоззрение, попробовать новые способы и методы решения проблемных ситуаций, проявить себя в коллективной деятельности.

В тоже время, в качестве факторов, которыми формируются предпосылки для объединения между собой подростковых групп, исследователями определяется наличие у них системы обобщенных интересов: вариантов и моделей организации вне учебной деятельности, организации своего свободного времени, сходных увлечений и т.д. [77]. Это период, когда подросток начинает

ценить свои отношения с ровесниками, общение со сверстниками становится ведущей деятельностью. Таким образом, повышается заинтересованность посещения занятий во внеурочное время, посредством которых происходит объединение подростков по интересам, создается ситуация успеха, происходит развитие коммуникативных навыков, которые необходимы современному инженеру при работе над созданием нового продукта.

На основе окончательного формирования интеллектуального аппарата, значительно повышается осмысленность подростка при конструировании мировоззрения, его индивидуальной системы ценностей и Я-концепции. В этот период образ «Я», отличается нестабильностью, сниженной позитивностью в сравнении с периодом младшего школьного возраста, что наиболее выражено в возрасте от 12 до 13 лет, когда интегрируется и осмысливается вся информация, которая в большей степени относится к самосознанию подростка [27]. Развитие познавательной сферы личности, после 12 лет, активно преобразуется, с приближением параметральных характеристик развития к уровню развития интеллекта «взрослого» человека. Посредством повышения регуляции процессов познавательной деятельности, увеличивается уровень их сознательного применения в решении достаточно сложных учебно-познавательных, теоретических и практико-ориентированных задач. Подростковое восприятие характеризует высокая избирательность, с целенаправленностью, содержательностью, активизацией аналитической деятельности, а также последовательностью, системностью и планомерностью. При этом формируется способность подростка к прогнозированию результатов своей деятельности посредством представления себе возможных путей и методов преобразования необходимых данных, с их обоснованием и логическим объяснением [162].

Содержательный компонент понятия «учение» в период подросткового возраста значительно преобразуется и расширяется, посредством формирования новых мотивов учебной деятельности, обусловленного формированием базовых основ жизненной перспективы личности с ее профессиональными намерениями, ценностями, идеалами, установками и в целом самосознанием. Для большинства

подростков учение приобретает определенный личностный высоко значимый смысл, трансформируясь в направленность личности на самообразование. Наряду с этим повышается самоуверенность подростка, точность в высказывании своих мыслей, и обосновании своих действий, формируется и активно развивается система личностных предпочтений, повышаются уровень продуктивности и качественные характеристики обучения, точность и логичность речи, активно развиваются практические знания, умения и навыки [134]. Развитие интеллекта в период подросткового возраста основано на повышении уровня логического мышления, с формированием практически «взрослой» логики: способность осуществлять глубокий анализ проблемы, с синтезом информации для поиска наиболее точного варианта решений, систематизацией своих действий в соответствии с определенными целевыми ориентирами и задачами деятельности. Преобразование теоретического мышления, создает предпосылки для активного освоения подростком различных аспектов понимания, что способствует продуктивной инженерной деятельности школьников.

Окончательное формирование интеллектуального аппарата, с высокой познавательной активностью личности и ее стремлением к самостоятельности, способствует повышению осмысленности при конструировании системы мировоззрения подростка, его личностной концепции и индивидуальной системы ценностей. Характерной особенностью развития подростка, является его высокая деятельностная активность [19]. Соответственно, целесообразно активизировать его познавательную деятельность с применением разнообразных практико-ориентированных методов организации деятельности при опоре на выраженное в период подросткового возраста стремление к углубленному аналитическому самопознанию, сформированному на основе стремления подростка к достижению «взрослости». Что будет способствовать эффективности личностного самосовершенствования в процессе работы над инженерным проектом.

Формируемым чувством подростковой взрослости выражается принципиально новая для них жизненная позиция, в аспекте самоотношения, самоутверждения и самоконтроля, а также системы отношений подростка с

окружающими его людьми, социумом и определяя во многом особенности его внутренней жизнедеятельности. В этот период значительным преобразованиям подвергается индивидуальный психический личностный статус, который был сформирован на более раннем этапе, и повышается интенсивность роста личности подростка, с формированием устойчивых мотивов и принципов [24]. В этой связи для организации профессионального самоопределения возникает необходимость включения подростка в инженерную деятельность с возможностью дальнейшей презентацией своих достижений на научно-практических конференциях.

Следует отметить, что информатизация и особенности развития современного общества накладывают отпечаток на развитие современных подростков, которые значительно отличаются от подростков XX века. Во многом это обусловлено развитием сети Интернет, преобразованием форм коммуникативного взаимодействия со смещением акцентов с «живого» общения и межличностного взаимодействия к виртуальному.

Современных подростков, родившихся после 2000 года, относят к так называемому «поколению Z». Представители этого поколения родились в эпоху Интернета, для них существуют две реальности одновременно – виртуальная и реальная. При этом уровень владения современных подростков информационными технологиями значительно выше, чем навык конструктивного межличностного взаимодействия и понимания особенностей формирования поведенческих паттернов окружающих [141]. Недостаточная интенсивность эмоционального взаимодействия с близкими родственниками, обусловленная их повышенной профессиональной занятостью, наряду со значительным увеличением объема информационного потока, способствует изменениям в развитии нервной системы подростков «поколения Z».

Современные подростки отличаются желанием заниматься теми видами деятельности, которые пригодятся в дальнейшей жизни, при этом они не обращают внимания на бесперспективные направления. Следовательно, на сегодняшний день одна из главных задач педагога – способствовать развитию эмоциональной сферы обучающихся через включение их в реальную деятельность.

К отличительным особенностям современных подростков «поколения Z» можно отнести: склонность к переходу из реального в виртуальный мир; уверенность в своей уникальности; ярко выраженная потребность в чувстве популярности; недостаточное развитие навыков запоминания; быстрая потеря концентрации и внимания [74]. Для современных школьников присущ новый тип мышления, с направленностью преимущественно на быструю обработку больших информационных объемов и поиск новых оригинальных решений. При этом для них характерен поверхностный подход к изучению и анализу поступающей информации (воспринимают информацию фрагментарно, короткими кусками и яркими образами), что оказывает влияние на особенности принятия решений. Безусловным является факт, что подростки «поколения Z» на хорошем уровне разбираются в смартфонах, планшетах, приложениях, пользование которыми для них простое и непринужденное. Данный факт можно рассматривать и с положительной стороны, так как общение со сверстниками в виртуальном мире создает новые возможности для самореализации и самоутверждения.

Рассмотренные выше возрастные особенности подростков «поколения Z» взаимосвязаны с характеристиками психологического развития учащихся основного общего образования. В 5-6-х классах подростки отличаются повышенной утомляемостью и возбудимостью, эмоциональной нестабильностью, частой сменой настроения, низкой концентрацией внимания. Между тем, у школьников развиваются волевые качества, появляется мотивация к самообразованию, через возрастающий интерес к дополнительным источникам знаний, учебная деятельность начинает приобретать для подростков личностный смысл. У подростков в 7-8-х классах появляются: навыки целеполагания; мотивы, связанные с мировоззрением, планированием будущего жизненного пути; потребность в самоутверждении, самосовершенствовании в деятельности, в общении со сверстниками; развитие рефлексии, понимание себя через окружающих людей; появляется чувство взрослости. Для школьников «поколения Z» в 9-х классах характерна десоциализация (уход от внешнего мира), что может оказать негативное влияние на профессиональное самоопределение. В сознании

подростков значительно возрастает роль личностного общения, при этом вызвать интерес к изучению чего-то нового у них сложно, поскольку на первое место в системе ценностей учащихся выдвигаются иные приоритеты [84]. Следовательно, учителям для обучения подрастающего поколения необходимо использовать не только классические, но и современные формы обучения, призванные раскрыть творческий потенциал и способствовать формированию востребованных компетенций.

Таким образом, краткий анализ возрастных особенностей обучающихся основного общего образования показывает, что развитие ребенка в период подросткового возраста, характеризуется как достаточно сложное, противоречивое, переходное между этапами развития человека, оно имеет высокую достаточно интенсивную взаимосвязь с физическим, психическим, половым созреванием детского организма и преобразованием всей его структуры в целом. Школьники «поколения Z» нуждаются в особом подходе к обучению, который мог бы учитывать интересы, потребности и психолого-возрастные особенности его представителей.

Как уже отмечалось ранее, сегодня современный инженер – это специалист, обладающий такими личностными качествами как креативность, критическое мышление, который осознает значимость науки и образования, труда и творчества для общества. По мнению В.Н. Дружинина [40], именно в подростковом возрасте происходит развитие креативности и способности к творчеству, ребенок демонстрирует первые признаки формального интеллекта, начинает осознавать себя в своей целостности, способности к саморазвитию. Возраст школьника от 11 до 15 лет является наиболее благоприятным для развития творчества, развития самоопределения и самореализации личности, по удовлетворению потребностей и интересов детей, приобщению к будущей профессиональной (инженерной) деятельности. Исходя из нашего многолетнего опыта преподавательской деятельности, школьники среднего возраста с большим удовольствием решают проблемные задачи, находят сходства и различия, определяют причину и следствие, проявляют интерес к коммуникации со сверстниками и лидерские качества.

Как отмечает В.Г. Рындак: «Развитие способностей к научно-техническому творчеству и формирование интеллекта в подростковом возрасте является фактором, предопределяющим проникновение способов обучения через науку во внеурочную деятельность» [138, с. 113]. Кроме того, наиболее полное раскрытие потенциала подростка, с учетом его психологических особенностей и специфики развития с направленностью на формирование высокоадаптивной к неблагоприятным внешним воздействиям, конкурентоспособной, и способной к самореализации личности, согласно Е.М. Рожковой, возможно при использовании уникальных свойств практики организации именно внеурочной деятельности [134].

Непосредственно развитие современной системы образования в аспекте научно-технического творчества находит отражение в положениях ФГОС ООО [168] с определением требований к структуре включаемых в учебную деятельность инновационных образовательных технологий, направленных на достижение совокупности предметных, метапредметных и личностных результатов. Достижение предметных результатов реализуется посредством применения традиционных образовательных методов и педагогических комплексных технологий, тогда как технологии достижения метапредметных и личностных образовательных результатов не являются распространенной практикой.

Положения ФГОС ООО определяют, что организация проектной деятельности обучающихся в сфере научно-технического творчества в рамках системной организации внеурочной деятельности способствует формированию предпосылок для достижения комплекса образовательных результатов метапредметного и социально-личностного характера [15]. Следовательно, на достижение метапредметных и личностных результатов обучения (и формирование основ инженерной компетенции) направлена организация внеурочной деятельности учащихся.

В соответствии с требованиями к организации и результатам образовательной деятельности ФГОС ООО, внеурочная деятельность, осуществляемая в формах отличных от классно-урочной, является частью

основной образовательной программы. Внеурочная деятельность направлена на организацию любой деятельности в образовательной организации, расширяет образовательное пространство и создает дополнительные условия для развития обучающихся. При этом определяется приоритетная направленность внеурочной деятельности на решение следующих проблем: обеспечение личностного самопознания, способность обучающихся к осуществлению прогнозирования собственной деятельности (включая профессиональное самоопределение и самореализацию); учет совокупности возрастных и индивидуально-личностных особенностей обучающихся; повышение благоприятности развивающей среды, оптимизации уровня учебной нагрузки [33].

Е.М. Рожкова [134] выделяет следующие принципы организации внеурочной деятельности обучающихся:

- включение учащихся во внеурочную деятельность на добровольной основе и по их собственному желанию;
- выбор образовательной траектории с учетом развития индивидуальных особенностей и интересов обучающихся, их желаний, склонностей, мировоззрения и полученного ранее опыта, а также учета возрастных особенностей учащихся;
- обучение строится в неразрывной связи с жизнью, обеспечение практического применения полученных знаний;
- коммуникативное сотрудничество учащихся в наиболее интересующей и доступной деятельности;
- становление успешности и социальной значимости, формирование потребности учащихся в достижении личностно-значимых результатов, формирование позитивной самооценки, создание ситуации успеха в личностной и общественно полезной деятельности.

Согласимся с точкой зрения Г.Ф. Ибрагимовой [54], что внеурочная деятельность:

- ориентирована на формирование познавательного интереса, предоставление самостоятельности обучающимся;

- предоставляет возможность по формированию общеинтеллектуальных умений;
- способствует обогащению учащихся научными понятиями и законами, а также развитие индивидуального роста во всех сферах личностного развития.

Необходимо отметить, что внеурочная деятельность выполняет функции дополнительного образования, такие как: 1) углубленное изучение школьных предметов; приобретение различных жизненных навыков через получение дополнительного образования (научное исследование, спортивно-оздоровительное, музыкальное, лабораторный практикум и т.д.); 2) восполнение личностных потребностей учащихся в самореализации посредством различных видов деятельности.

С точки зрения содержания образовательной деятельности, можно отметить, что внеурочная деятельность реализуется через рабочие программы курсов внеурочной деятельности, к которым применяются определенные требования (что должна содержать, как должна реализовываться). Внеурочная деятельность – неотъемлемая и обязательная часть основной образовательной программы общего образования. Данные программы являются частью основной образовательной программы, которую образовательная организация разрабатывает самостоятельно в соответствии с требованиями ФГОС ООО к результатам освоения общеобразовательных программ. Внеурочная деятельность организуется по следующим направлениям: 1) спортивно-оздоровительное; 2) общекультурное; 3) социальное; 4) общеинтеллектуальное; 5) духовно-нравственное. Техническое (инженерное) творчество во внеурочной деятельности можно отнести к духовно-нравственному и общеинтеллектуальному направлениям.

Рассматривая потенциал внеурочной деятельности в формировании основ инженерной компетенции подростков, следует выделить научные подходы, которые связаны со сферой научно-технического творчества обучающихся в рамках внеурочной деятельности.

Так, существует ряд научных исследований, посвященных научно-техническому творчеству и ранней инженерной подготовки школьников посредством внеурочной деятельности. Например, по мнению Д.С. Смирнова [151] занятия по внеурочной деятельности (ориентированные на научно-техническое творчество и инженерную подготовку) в основной школе способствуют ранней профориентации учащихся, формированию важных качеств личности школьника (творческое воображение, креативное мышление, внимательность, феноменальная память). При реализации программ внеурочной деятельности предлагается применить системный подход, осуществляемый в два этапа: пропедевтический (5-7-е классы) и предпрофильный (8-9-е классы). Принципы дополнительности (сочетание с традиционными формами урочных и внеурочных занятий) и интегрированности (синтез математических и естественнонаучных знаний) обеспечивают осознанный выбор обучающимися технологического профиля в старших классах для дальнейшего выбора инженерной профессии.

И.В. Иванова [55] обращает внимание на профессиональное самоопределение обучающихся через внеурочную деятельность и представляет авторскую модель, которая построена на технологии сотрудничества между школой, техническим университетом, научно-производственным предприятием. Для нашего исследования является ценным рассмотрение практики «погружений» в научно-технические проекты, под которым понимается взаимодействие с научно-производственным предприятием для предоставления возможности учащимся наблюдать за деятельностью инженеров по работе над реальным научно-техническим проектом от этапа разработки до производственных испытаний. Необходимо отметить, некоторые исследователи считают, что важным аспектом инженерной подготовки школьников выступает сотрудничество образовательных организаций. Так Д.В. Григорьев [32] и А.А. Зобнина [52] отмечают, что модель организации внеурочной деятельности, основанная на взаимодействии общего, дополнительного или профессионального образования является наиболее продуктивной при соблюдении условий: организационные,

материально-технические, финансовые, кадровые, научно-методические, нормативно-правовые. Результатом реализации модели является создание комплекса мероприятий, направленных на удовлетворение запросов и потребностей школьников и их родителей.

С позиции проводимого нами исследования, интерес представляет точка зрения практикующих педагогов, которые применяют робототехнические комплекты в рамках внеурочной деятельности школьников в сфере научно-технического творчества. Так П.С. Черемухин и А.А. Шумейко [179] представляют модель интегрированной системы уровневой инженерной подготовки. В учебно-воспитательный процесс внедряется процесс пропедевтической инженерной подготовки на основе метода проектов, позволяющий школьникам младших классов приобрести первичные навыки конструирования, программирования, расширить представления о технике, развить логическое мышление.

Как считают М.Е. Фролова, И.Н. Фролова, А.А. Плисова [174], использование образовательных конструкторов помогает выявить одаренных детей, стимулировать интерес, развивать практические навыки решения образовательных задач. На этапе работы с робототехническими комплектами происходит знакомство обучающихся с основами радиоэлектроники и программирования. Авторами определено оптимальное количество школьников в группе – 12 человек, так как при увеличении количества детей происходит снижение интереса к дисциплине. Также, исходя из опыта работы с детьми, выявлено, что наибольшая заинтересованность наблюдается у учащихся с 7 до 12 лет (1-5-е классы).

С этим утверждением не согласен В.И. Филиппов [171], который разработал модель развития универсальных учебных действий в процессе обучения робототехники через развитие алгоритмического мышления, навыков проектирования во внеурочной деятельности обучающихся 5-8-х классов. Особенности модели являются: универсальность модулей, что позволяет применять любое оборудование, которым располагает школа; параллельное изучение робототехники и алгоритмического программирования; индивидуальная

образовательная траектория, позволяющая педагогу самостоятельно выбирать и выстраивать модули в необходимом порядке для изучения. Критериями и показателями оценки сформированности основных универсальных учебных действий при выполнении заданий в модулях курса являются: 1) планирование и прогнозирование результатов своей деятельности; 2) работа с информацией; 3) моделирование процесс своей деятельности; 4) корректирование и оценивание результатов своей деятельности. Оценка степени сформированности универсальных учебных действий ведется по методу «разложения проекта» и «отчетных работ» в процессе защиты школьниками проектов. К данным идеям мы обратимся при разработке критериального аппарата нашего исследования.

На основании обобщения возрастных особенностей современных подростков, специфики организации внеурочной деятельности в сфере научно-технического творчества, с учетом положений и требований ФГОС ООО к ее содержательному компоненту, методическому обеспечению, структуре и результатам, с опорой на исследование В.В. Белкиной [11], нами были выделены особенности организации образовательного процесса в рамках внеурочной деятельности (Таблица 2).

Таблица 2 – Особенности организации внеурочной деятельности современных подростков с учетом специфики возрастных особенностей

Возрастные особенности подростков «поколения Z»		Особенности организации внеурочной деятельности подростков в ОО
Положительные аспекты	Отрицательные аспекты	
Ценности и социальные установки		<ul style="list-style-type: none"> – включение в групповые формы работы; «обратная связь», определяющая эффективность реализуемой деятельности; – проектная работа над социально значимыми проблемами; – приоритет устной коммуникации, с активным использованием технологий устного информационного обмена между участниками образовательной деятельности; – обсуждение фильмов, книг, инноваций
<ul style="list-style-type: none"> - ярко выраженная потребность в чувстве популярности; - уверенность в своей уникальности; - потребность в разных видах деятельности 	<ul style="list-style-type: none"> - выражена аутизация и технологизация коммуникативного взаимодействия; - «размытый горизонт» планирования; - неустойчивость ценностных ориентаций 	

Влияние Интернета и компьютера		
<ul style="list-style-type: none"> - развита способность работы с большим потоком информации; - развита быстрота мыслительной реакции; - активизируется развитие восприятия окружающего мира, адаптироваться к изменениям 	<ul style="list-style-type: none"> - повышается уровень индивидуализации, интровертированности; - клиповое мышление; - снижение способности к анализу информации; - повышается конфликтность и противостояние личности во взаимоотношениях с окружающими; - компьютерная аддикция 	<ul style="list-style-type: none"> – приоритет наглядных, визуальных форм обучения; – повышение простоты и четкости учебных материалов, с визуальным выделением ключевых пунктов, контроль результатов; – вовлечение подростков в решение проблем реального мира; – формирование у обучающихся общей картины мира; – помощь в определении точной информации, с четким выделением целевых ориентиров и задач деятельности
Жизненный путь подростка		
<ul style="list-style-type: none"> - выражено стремление к самоутверждению среди сверстников, самореализация и саморазвитие; - гедонизм (желание жить ради получения удовольствия) 	<ul style="list-style-type: none"> - неспособность сделать осознанный выбор; - стремление к комфорту собственной жизни; - низкий уровень проявления инициативы и самостоятельности 	<ul style="list-style-type: none"> – изменение отношений в рамках системы преподаватель-ученик, с авторитарной модели в сторону модели наставничества и сотрудничества; – организация образовательной деятельности в аспекте социальной активности, инициативности, рефлексивности; – создание ситуации выбора, с возможностью дальнейшего развития

Таким образом, для эффективного формирования основ инженерной компетенции подростков к особенностям организации внеурочной деятельности в сфере научно-технического творчества обучающихся с учетом специфики их возрастных особенностей можно отнести: 1) представление образовательного материала в наглядной и простой форме с использованием интерактивных технологий; работа учителя над развитием памяти и способностью школьников воспроизводить усвоенные ранее знания и умения; 2) представление доступной информации, с определением целевых ориентиров для решения инженерных задач; 3) эффективное и продуктивное использование времени занятий с включением практических работ; 4) организация деятельности школьников, которая наиболее близко отражает профессиональную деятельность инженеров; организация самостоятельной инженерной деятельности; работа с ценностями инженерной деятельности и ответственностью за результат; 5) создание условий для развития коммуникативных навыков, взаимопомощи между участниками

инженерной деятельности; б) организация участия обучающихся в конкурсах, выставках, конференциях, которые оказывают положительное влияние на уровень их самооценки.

Подводя итоги рассмотрения проблемы формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования, мы можем отметить, что целенаправленная подготовка к профессиональной инженерной деятельности должна начинаться при получении основного общего образования и учитывать возрастные особенности обучающихся. Исходя из рассмотренной структуры инженерной деятельности обучающегося, с опорой на исследования в отечественной педагогике, нами уточнены понятия «компетентность» и «компетенция», уточнено определение понятия «основы инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования», выявлен и обоснован компонентный состав основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся. Кроме того, дана интерпретация процесса формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся, что способствует обогащению терминологического аппарата отечественной педагогике.

1.3. Модель формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования

Проведенный нами теоретический анализ исследуемой проблемы позволяет прийти к выводу о необходимости построения модели формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся. Под моделью принято понимать искусственно созданный образ в виде изображения, описания, схемы и т.п., который, находясь в некотором соответствии с исследуемым объектом, отражает в более простом виде свойства, структуру, а также взаимосвязи и отношения между элементами этого объекта [13]. Модель обеспечивает возможность получения новой полезной информации

об объекте, направлена на его рассмотрение с различных сторон, с целью осознания особенностей для успешной реализации на практике.

Метод моделирования основан на выделении целостных систем и изучение их функционирования, объединяет в себе теоретическое и эмпирическое знание. Моделирования выступает в качестве одного из методов научного познания и широко применяется в педагогических исследованиях, делая возможным в изучении педагогического объекта сочетать эксперимент, научные абстракции и логические конструкции. Метод моделирования позволяет создать аналог исследуемого объекта (процесса, явления) для более глубокого проникновения в его сущность, созданная модель отражает его структуру, свойства, связи и основные принципы организации [120].

В соответствии с этим, моделирование является важным методом при исследовании проблемы формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования. Разработанная модель должна отражать как структурные, так и функциональные характеристики исследуемого процесса: цели, задачи, подходы, принципы, структурные компоненты, этапы, связи в изучаемом феномене, включая организационно-педагогические условия, основной результат, уровни сформированности основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся. Структурно-функциональная модель в нашем исследовании направлена на целостное представление о процессе формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования.

Поскольку актуальность проблемы формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся определяется, прежде всего, заказом общества на личность, способную к эффективной инженерной деятельности, при разработке модели мы опирались на ФГОС ООО [168], в котором отражены требования, предъявляемые к результатам обучения: готовность и способность к саморазвитию, личностному самоопределению, осознанному выбору будущей профессии; сформированность мотивации к

познавательной деятельности; положительное отношение к профессиональной деятельности; овладение навыками проектной и исследовательской деятельности; овладение научным подходом к решению различных задач, действиями по формулированию гипотез, проведению экспериментов, оцениванию полученных результатов; приобретение опыта самостоятельного поиска и применения научных методов познания; осознание ценности труда, науки и творчества.

Структура разработанной модели формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования включает следующие блоки: мотивационно-целевой, теоретико-методологический, структурный, процессуальный, результативно-оценочный (Рисунок 5). Содержательное наполнение каждого из блоков модели раскрывает организацию процесса формирования основ инженерной компетенции обучающихся и обеспечивает достижение конечного результата – максимально возможного уровня сформированности основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования.

Мотивационно-целевой блок. Именно цель обеспечивает целостность процесса формирования компетенции, является системообразующим фактором и ориентирует учителя на выбор форм, способов, методов, позволяет корректировать педагогический процесс. В качестве цели разработанной модели определяется формирование основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования. Достижение максимально возможного уровня сформированности основ инженерной компетенции возможно и за счет роста интереса школьников к инженерной деятельности, стремления проявить себя в процессе работы над инженерным проектом, мотивации на получение в будущем профессии инженера.

Для достижения поставленной цели сформулированы следующие задачи:

- 1) формирование интереса и положительной мотивации обучающихся к инженерной деятельности на ступени основного общего образования;
- 2) приобщение обучающихся к инженерной деятельности;
- 3) освоение обучающимися способов рефлексии и оценки результатов своей инженерной деятельности.

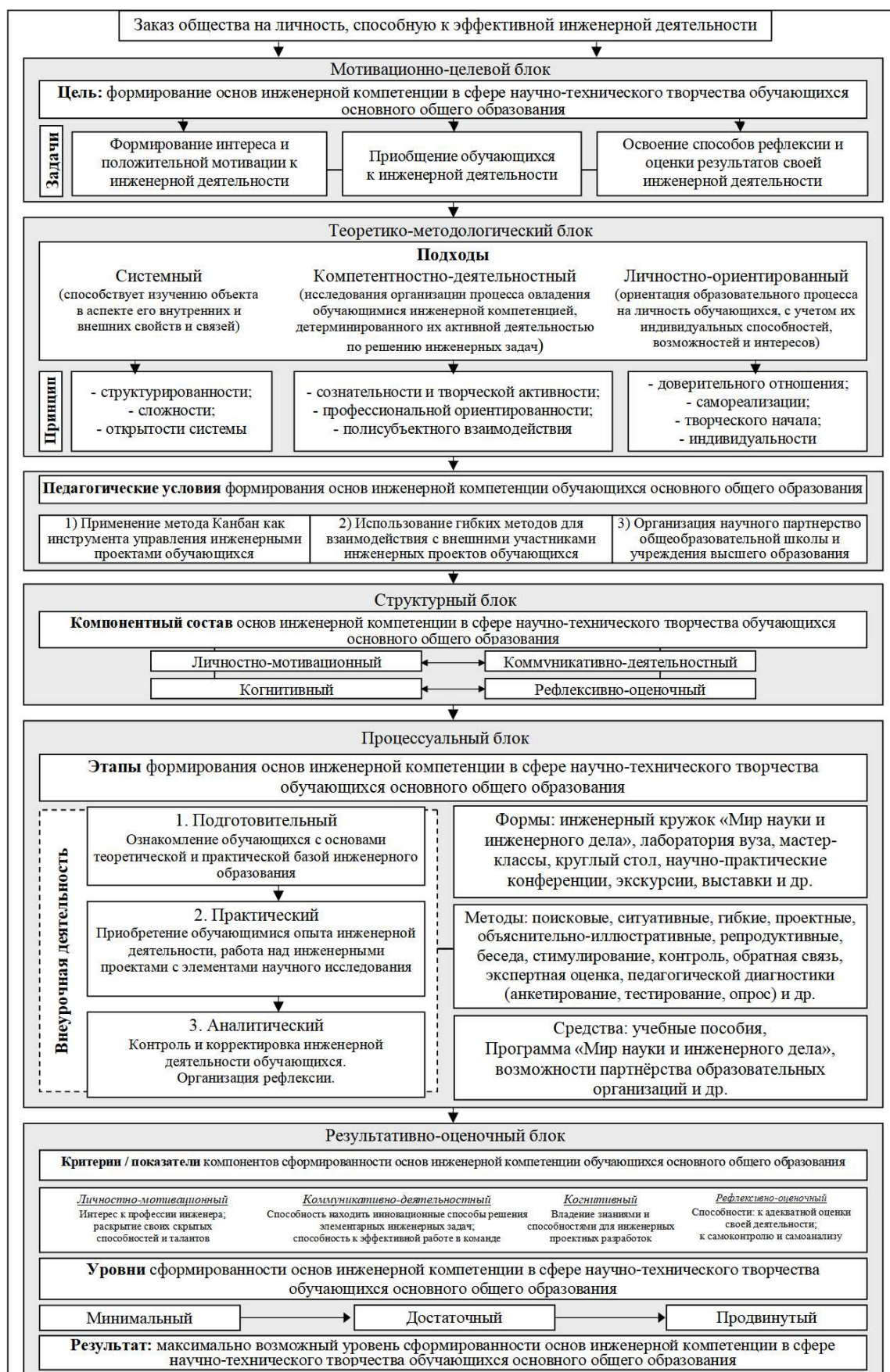


Рисунок 5 – Структурно-функциональная модель формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования

Теоретико-методологический блок. Как мы ранее выяснили, проблема формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования является многоаспектной, исходя из этого, целесообразным представляется определить методологическую основу разрабатываемой нами модели с опорой на комплекс нескольких подходов.

Учитывая специфику предмета нашего исследования, обеспечить процесс построения модели формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования позволяет опора на несколько методологических подходов, которые, в свою очередь, взаимодействуют и дополняют друг друга. Представляется целесообразным для нашего исследования в качестве методологической основы выбрать системный, компетентностно-деятельностный и личностно-ориентированный подходы. Именно совокупность этих подходов позволит нам выстроить логическую последовательность решения задачи построения модели формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования. Раскроем содержание выбранных подходов.

1) В современных научно-педагогических исследованиях **системный подход** рассматривается учеными как общенаучный подход, который способствует изучению объекта в аспекте его внутренних и внешних свойств и связей. Системный подход позволяет выделить проблему и задачи исследования, рассмотреть каждый элемент системы отдельно, сравнить между собой, определить всеобщую взаимосвязь и направление развития системы в целом.

Согласно теории системного подхода (В.Н. Садовский, И.В. Блауберг, Э.Г. Юдин, А.Н. Аверьянов и др.) отдельные составляющие изучаемого объекта, процесса или явления рассматриваются с учетом установления связей между ними и их развития во времени, анализируется внутренне строение и функции, для определения факторов, обеспечивающих ее целостность. Процесс

взаимодействия компонентов системы определяет появление новых интегративных свойств, которые не характерны отдельным ее элементам.

Необходимо отметить, что в рамках нашего исследования под педагогической системой следует понимать множество взаимозависимых функциональных и структурных взаимосвязей компонентов, подчиненных целям формирования основ инженерной компетенции [164].

Применение системного подхода в нашем исследовании обеспечивает рассмотрение процесса формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования в аспекте ее внутренних и внешних связей. Внешние связи устанавливают характер функционирования в общей системе инженерного образования, но не обуславливают необходимость к объединению элементов. Использование системного подхода позволило изучить состав основ инженерной компетенции обучающихся основного общего образования, характер связей между ее компонентами, их внутреннего наполнения, выделить взаимообусловленность связанных явлений с процессом формирования.

Процесс формирования основ инженерной компетенции обучающихся в сфере научно-технического творчества основного общего образования необходимо рассматривать как целостную и управляемую педагогическую систему, обладающую следующими признаками: наличие цели и задач; оформленная компонентная структура – совокупность четырех компонентов (личностно-мотивационного, когнитивного, коммуникативно-деятельностного, рефлексивно-оценочного); организационные формы проектной инженерной деятельности обучающихся.

Рассматриваемая система является открытой, каждая ее составляющая, развиваясь, получает новое качество, может совершенствоваться только при определенных условиях.

Для нашего исследования необходимым является выделение принципов системного подхода, которые подчиняются установленным правилам характер

формирования основ инженерной компетенции обучающихся основного общего образования:

принцип целостности – заключается в возможности исследования процесса формирования основ инженерной компетенции обучающихся в сфере научно-технического творчества основного общего образования как целостного образования с многогранной внутренней структурой, так и разбиение системы на отдельные элементы для их углубленного изучения. Итогом рассмотрения системы должен стать вывод о закономерностях единства ее составляющих в процессе воздействия друг на друга, взаимной обусловленности;

принцип структурированности – предполагает, что при исследовании процесса формирования основ инженерной компетенции обучающихся в сфере научно-технического творчества основного общего образования необходимо учитывать и анализировать неизменность функционально-структурного строения системы в ходе педагогических воздействия;

принцип сложности – процесс формирования основ инженерной компетенции необходимо рассматривать как целое, имеющее структуру с установленными связями между элементами, с учетом всех взаимосвязей системы с внешней средой и внутренними факторами;

принцип открытости системы – означает зависимость процесса формирования основ инженерной компетенции от факторов окружающей среды. Внешняя среда, реальный мир, оказывает влияние на представление обучающихся о профессиональной деятельности инженеров [3].

Таким образом, системный подход задает общую методологическую основу нашего исследования, позволяя наиболее полно изучить формирование основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования. Рассматриваемые в дальнейшем подходы не противоречат системному подходу к исследованию изучаемого процесса, но и дополняют его.

2) **Компетентностно-деятельностный подход** (Л.С. Выготский, В.Д. Шадриков, А.Н. Леонтьев, А.В. Хуторской, И.А. Зимняя, Э.Ф. Зеер и др.) в

нашем исследовании осуществляет теоретико-методологическую стратегию, так как его применение заключается в обеспечение изучения и описания учебного процесса в аспекте формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования. Компетентностно-деятельностный подход выбран нами в качестве альтернативы традиционному подходу (предполагающий формирование содержательных единиц) с целью исследования организации процесса целенаправленного овладения школьниками основами инженерной компетенции, детерминированного их активной деятельностью по решению реальных и нестандартных элементарных инженерных задач.

В соответствии с *компетентностным подходом* в обучении разрабатывается методика формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся и определяются средства для их осуществления, что обуславливает изменение учебного процесса, в частности создание конкретных учебных ситуаций, по средствам которых учитель осуществляет контроль деятельности обучающихся [118]. Совместная деятельность преподавателя и учащегося направлена на достижение ведущих целей образования – развитие личности готового к социализации, самообразованию и саморазвитию. Компетентностный подход предполагает уход содержательной конструкции обучения от ориентации на отдельный взятый компонент, отвечающего исключительно за приобретение нового знания, к формированию обусловленной реальной практикой способов деятельности, опыта решения задач, приобретение элементарных функций (наблюдение, проведение опыта и т.д.) [188].

При формировании основ инженерной компетенции компетентностный подход позволяет рассматривать субъекта образования не с точки зрения простой передачи информации, которая в большинстве случаев не несет никого практического применения, а в первую очередь в аспекте ориентации на приобретение школьником конкретных умений и способностей, к которым у него есть предрасположенность. Индивидуальное развитие обучающегося происходит

в том числе и за счет самостоятельного решения практических и проблемных задач, в процессе которого ему предстоит грамотно разработать и проверить гипотезы, качественно отобрать средства и способы проектирования, соотнести проблемную ситуацию со своими умениями.

В рамках компетентного подхода в нашем исследовании была дана структурная характеристика основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования и определено ее содержательная наполнение, рассмотрена ее взаимосвязь с ключевыми образовательными компетенциями. При этом необходимо учитывать, что формирование рассматриваемой компетенции базируется на укреплении у обучающихся уже имеющегося и получение нового опыта в инженерной деятельности.

Деятельностный подход в нашем исследовании позволяет рассматривать процесс формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования через разнообразные формы определенной деятельности. В современной отечественной педагогике данный подход занимает одно из ключевых мест в методологии и является основой для определения результата целенаправленного развития обучающихся.

Основной категорией подхода выступает деятельность, исходя из этого, организация обучения рассматривается с точки зрения включения учащегося в процесс осуществляемой им деятельности, которая выступает главным условием и средством развития его личности [10]. Деятельностный подход рассматривается как методологическая стратегия, позволяющая изучить ряд актуальных проблем, связанных с продуктивностью учебной деятельности. Ожидаемым результатом образования становятся не отдельные знания, умения и навыки, а готовность обучающихся к самоопределению, способности к решению возникающих задач, усвоению системы научных понятий, продуктивной деятельности.

Процесс формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования обладает

структурными характеристиками деятельности: мотив – рост личностного смысла обучения для учащегося; цель – сбалансированное освоение компонентов основ инженерной компетенции; средства – построения образовательного процесса вокруг интересов индивида; результат – максимально возможный уровень сформированности основ инженерной компетенции.

Идея сочетания компетентностного и деятельностного подходов отражена в работах Н.А. Поляковой, Е.В. Прямиковой, В.В. Пятилетова, А.В. Слепухина, И.Н. Семенов и др. Применение компетентностного подхода в диаде с деятельностным позволяет рассмотреть практико-ориентированное образование, в процессе которого обучаемые не просто приобретают знания и умения, но и навыки практической деятельности. Для стратегии формирования основ инженерной компетенции обучающихся основного общего образования особое значение имеет дополнение традиционной триады «знания, умения, навыки» новой дидактической единицей – опыт деятельности [150]. Ф.Г. Ялалов отмечает, что овладение компетенциями невозможно без приобретения опыта деятельности, обучения приобретает новое содержание – учение с целью формирования компетенции в процессе деятельности [192].

Необходимо определить принципы компетентностно-деятельностного подхода:

принцип сознательности и творческой активности – предполагает обеспечения процесса, в котором учащиеся осознанно усваивают знаний, умения и навыки через осуществление ими активной практической деятельности. Инженерная компетенция может быть эффективно сформирована при понимании учащимися задачи и необходимости инженерной деятельности, сущности изучаемых проблем, интереса и потребности в приобретении профессионально-значимых качеств личности;

принцип профессиональной ориентированности обучения – позволяет закрепить необходимость формирования основ инженерной компетенции, через развитие способностей школьников к осмыслению прикладной направленности

их будущей профессии, посредством постановки целей, определения методов и форм инженерной деятельности в процессе работы над проектами;

принцип полисубъектного взаимодействия – определяет взаимную обусловленность, активность и совпадение направления развития субъектов образовательного процесса. Построение субъект-субъектных отношений при организации инженерной деятельности школьников совместно с учителем определяет качественный результат сформированности основ инженерной компетенции. Данный принцип обусловлен созданием особого образовательного пространства, в котором учитель и ученик занимают равноправные позиции: деятельность и учителя, и ученика носит партнерский характер, направленная на достижение значимой цели в инженерной деятельности.

Итак, компетентностно-деятельностный подход в контексте настоящего исследования предоставляет возможность для комплексного изучения процесса формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования в аспекте знаний, умений и навыков практической деятельности, определить компоненты компетенции, их содержательное наполнение, осуществить контроль и коррекцию полученных результатов с позиции деятельности.

3) **Личностно-ориентированный подход** (Е.В. Бондаревская, Л.Г. Вяткин, Г.И. Железюк, Н.Е. Щуркова, И.А. Якиманская и др.) предполагает ориентацию образовательного процесса на личностные интересы школьников, при этом происходит раскрытие его способностей с учетом индивидуальных особенностей и уровня развития личности [72].

В.В. Сериков [146] полагает, личностно-ориентированный подход следует рассматривать как организацию обучения на основе жизненного опыта обучающихся, продуктивной деятельности, творческой активности, с ориентацией на саморазвитие своих личностных свойств. Необходимо создать условия для личностного роста, развития критического мышления, самоопределения.

В контексте личностно-ориентированного подхода учитель во взаимодействии с обучаемым относится к нему как к самостоятельному субъекту образовательного процесса, наделенного своим индивидуальным опытом. В отличие от традиционного подхода учитель обеспечивает и поддерживает процесс организации учащимся своей деятельности на основе личных потребностей и интересов. Подобная роль учащегося мотивирует его к самопознанию, самореализации и эффективному развитию его неповторимой индивидуальности.

Личностно-ориентированный подход в нашем исследовании обеспечивает его практико-ориентированную тактику. При формировании основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования данный подход позволяет учитывать их индивидуальные способности, возможности и интересы. Личностно-ориентированный подход обеспечивает реализацию учащимися личностных смыслов в процессе формирования основ инженерной компетенции. Обучение строится с учетом прошлого жизненного опыта обучающегося, на основе его индивидуальных потребностей и стремлений.

Необходимо сформулировать принципы личностно-ориентированного подхода:

принцип доверительного отношения и самореализации – учитель занимает доброжелательную позицию, готов содействовать и оказывать помощь, развивать внутреннюю мотивацию и стремление школьника, но в то же время должен приближать обучающихся к самостоятельному выбору методов и средств нахождения решения задачи, умению объективно оценивать полученные результаты, способности на практике применять полученные навыки;

принцип творческого начала – инженерная деятельность должна быть творческой, благодаря которой ученик может определить «слабые» и «сильные» стороны свой личности. Групповая или индивидуальная работа школьников способствует развитию индивидуальности обучающихся;

принцип индивидуальности – инженерные задачи должны максимально быть приближены к реальной жизни, при их решении школьники могут проявить индивидуальные личностные качества. При этом задания должны соответствовать индивидуальным особенностям каждого ребенка и обеспечивать условия для дальнейшего их развития.

Таким образом, комплекс трех подходов отражает: общенаучный уровень методологии - системный подход обеспечивает наше исследование знаниями, для системного изучения предмета и формирует основу построения педагогической модели; конкретно-научный уровень методологии – компетентностно-деятельностный подход позволяет разработать структуру основ инженерной компетенции обучающихся основного общего образования, содержательное и деятельностное наполнение, организовать образовательный процесс; практико-ориентированную тактику исследования - личностно-ориентированный подход обеспечивает ориентацию процесса формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования не на усвоение элементарных знаний и получения информации, сколько на обретение личностного опыта решения жизненных и профессиональных задач, развития способностей к реализации своих возможностей.

Структурный блок, основанный на применении компетентностного подхода, отражает совокупность компонентов основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования: личностно-мотивационный, когнитивный, коммуникативно-деятельностный и рефлексивно-оценочный (содержательная интерпретация описана в параграфе 1.1 данной диссертации). В процессе реализации модели представленные компоненты формируются не одновременно и взаимодействуют между собой на всех трех этапах. Опираясь на данные компоненты, можно определить уровень сформированности основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования: минимальный, достаточный и продвинутый.

Процессуальный блок. Основу данного блока составляет поэтапный процесс формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования. В соответствии с выше сказанным в разработанной модели обоснованы три этапа формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся: подготовительный, практический, аналитический, каждый из которых имеет свое смысловое наполнение.

Подготовительный этап. В рамках внеурочных занятий учитель предлагает знания в готовом виде, обеспечивает обучающихся полной сопроводительной основой деятельности в формате пошаговых инструкций для выполнения задания по определенному образцу. В дальнейшем, предлагаются элементарные творческие инженерные задачи для самостоятельного или коллективного решения. При этом развиваются действия по обработке информации, формируется субъективное отношение к инженерной деятельности. Обучающиеся накапливают инженерные знания, на основании которых формируется когнитивный компонент. Учитель актуализирует мотивацию обучающихся к формированию компетенции, создает целевые установки, оказывает помощь, стимулирует процесс взаимодействия участников инженерной деятельности, приобретения опыта коллективного творчества.

Практический этап. На данном этапе учащиеся приобретают опыт инженерной деятельности посредством инновационной работы над инженерными проектами с элементами научного исследования. Обучающиеся постигают научные основы в инженерном деле; изучают передовые технологии работы над инженерными проектами; решают элементарные инженерные задачи с проблемным содержанием через проектную деятельность при фасилитирующей роли учителя [155]. С овладением навыками и умениями инженерной деятельности, учащиеся становятся более самостоятельными, роль учителя трансформируется из руководителя к консультанту.

Аналитический этап начинает происходить параллельно с окончанием предыдущего этапа. Целью аналитического этапа является контроль и

корректировка инженерной деятельности обучающихся, формирование рефлексивно-оценочного компонента основ инженерной компетенции. Обучающиеся переосмысливают свои способности решать инженерные задачи, появляется потребность в совершенствовании и к планированию дальнейших проектных решений. Данный этап предполагает активное участие обучающихся в научно-практических конференциях, конкурсах, выставках (демонстрация достижений подростков, прогнозирование внедрения проектного решения в общественную жизнь и т.д.).

Таким образом, процесс формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования осуществляется поэтапно в виде логической последовательности этапов, что предоставляет возможность учителю разрабатывать собственные программы внеурочной деятельности, использовать различные способы и средства организации занятий.

Процессуальный блок включает формы, методы, средства организации образовательного процесса посредством которых обеспечивается повышение уровня сформированности основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования.

В словаре С.И. Ожегова под «формой» понимается «внешний вид, наружное очертание, устройство, система чего-либо, обусловленная определенным содержанием» [107, с. 843].

Формы работы с учащимися во внеурочной деятельности: инженерный кружок, научная лаборатория трехмерного прототипирования, лекции, практические занятия, круглый стол, научно-практические конференции, экскурсии, выставки.

Необходимо отметить, что успешное достижение продвинутого уровня сформированности компетенции происходит при взаимосвязи *организационных форм* на каждом этапе процесса формирования. Так на подготовительном этапе в рамках инженерного кружка учащиеся вовлекаются в инженерную деятельность, посредством выполнения практических задач (совместно или индивидуально),

следуя инструкциям учителя, методического пособия. Далее решение задач может быть оформлено в виде доклада для выступления на практической внутришкольной конференции. В результате происходит усиление мотивации и положительного отношения к инженерной деятельности.

В ходе практического этапа школьники посещают научные инженерные лаборатории высших учебных заведений. Лаборатория представляет собой форму организации деятельности обучающихся, которая позволяет перейти к работе над инженерными проектами, решению элементарных инженерных задач. Итогом взаимодействия субъектов научной лаборатории является представление достигнутых результатов на научно-практических конференциях, конкурсах, выставках, которые предполагают активную позицию школьника и формируют рефлексивное отношение к собственной инженерной деятельности.

Для достижения целей, определенных в целевом блоке, представляется правильным использовать наиболее продуктивные *методы*, такие как поисковые, ситуативные, проектные, гибкие. Помимо перечисленных методов, применяются также объяснительно-иллюстративные, репродуктивные, беседа, стимулирование, контроль, обратная связь, экспертная оценка, методы диагностики (тестирование, опрос).

Результативность применения указанных методов зависит от включения в процесс формирования основ инженерной компетенции разнообразных *средств*: учебные пособия, программные комплексы, ресурсы сети Интернет, возможности инженерных лабораторий и партнерства образовательных организаций.

Необходимо отметить, что использование перечисленных форм, методов и средств становится возможным после определения посильности их применения и учета индивидуальных и возрастных особенностей обучающихся. Только в данном случае интеграция форм, методов и средств в процесс формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся приведет к повышению уровня ее сформированности.

Результативно-оценочный блок выполняет диагностическую и стимулирующую функции. Диагностическая функция направлена на определения

уровня сформированности основ инженерной компетенции, использование методик контроля по сбору и анализу данных, позволяющих принимать решения о способах корректировки и совершенствования процесса формирования компетенции. Стимулирующая функция предполагает осмысление учителем и учениками приобретенного опыта инженерной деятельности, стремление к дальнейшему саморазвитию и перспективному профессиональному становлению.

Данный блок включает критерии (личностно-мотивационный, когнитивный, коммуникативно-деятельностный, рефлексивно-оценочный), показатели и уровни сформированности основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования.

В ходе работы над процессом формирования основ инженерной компетенции школьников, были определены три уровня: минимальный, достаточный, продвинутый.

Минимальный уровень – обучающиеся индифферентно относятся к профессиональной деятельности инженера; занимают позицию «вынужденного лидера»; обладают необходимым минимумом знаний для решения репродуктивных элементарных инженерных задач; при решении проблемных задач не предлагают оригинальные идеи, не проявляют готовности к сотрудничеству; затрудняются выявить причины собственных ошибок, обладают завышенной самооценкой; не осознают собственную значимость в коллективе.

Достаточный уровень – обучающиеся проявляет ситуативный интерес к профессиональной деятельности инженера; испытывают потребность в личностном росте и самоутверждении; владеют большей частью необходимого минимума знаний для решения элементарных инженерных задач; наблюдается способность применения полученных знаний только в аналогичных ситуациях; проявляют навыки сотрудничества, устанавливают коммуникативные связи; проводят самоанализ полученных результатов по установленному алгоритму.

Продвинутый уровень – обучающиеся проявляют устойчивый интерес к профессиональной деятельности инженера; стабильно решают нестандартные элементарные инженерные задачи, применяют новые способы для создания

конечного продукта; умеют обосновать свою точку зрения; устанавливают эффективное взаимодействие с другими участниками деятельности; проводят самоанализ полученных результатов с различных точек зрения, грамотно и объективно определяют причины собственных ошибок.

Необходимость системного осуществления оценки сформированности основ инженерной компетенции школьников, подвигает нас к отбору показателей для каждого критерия, к разработке карты оценивания изучаемого процесса с учетом полученных критериев и показателей. Детальное обоснование диагностики будет представлено далее в параграфе 2.1.

Разработанная педагогическая модель формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования характеризуется общими свойствами структурности, целостности, управляемости, подчиненности цели. Структурная составляющая модели содержит мотивационно-целевой блок и результативно-оценочный; функциональная составляющая модели представлена теоретико-методологический и процессуальными блоками. Успешность реализации структурно-функциональной модели обеспечивается комплексом организационно-педагогических условий, которые рассмотрены в следующем параграфе.

Таким образом, практико-ориентированная модель формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования отражает поэтапный процесс взаимодействия учителя и обучающихся, с ориентацией на личность, а так же нацеленностью на достижение максимально возможного уровня сформированности основ инженерной компетенции в процессе инженерной деятельности.

1.4. Организационно-педагогические условия формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования

Разработанная нами педагогическая модель формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования может быть успешно реализована с учетом комплекса организационно-педагогических условий. С позиции педагогической науки «условие» трактуется как совокупность внешних и внутренних факторов, которые сопровождают учебный процесс и влияют на достижение наилучших результатов обучения [75].

Опираясь на анализ ряда исследователей (А.Я. Найн [100], Н.Ю. Посталюк [123] и др.), в данном исследовании под организационно-педагогическими условиями понимается совокупность необходимых и достаточных мер образовательного процесса, благоприятно влияющих и обеспечивающих необходимый уровень формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся.

При выборе организационно-педагогических условий мы учитывали следующие факторы: возрастные особенности обучающихся; современный заказ общества общеобразовательной школе на личность, способную к эффективной инженерной деятельности; ключевые требования ФГОС ООО; сущность основ инженерной компетенции обучающихся; особенности и содержание процесса формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования; достижения научно-технического прогресса.

Учитывая вышеизложенное и принимая во внимание анализ исследований [29; 55; 80; 92; 148; 160 и др.], мы пришли к выводу о том, что успешность реализации разработанной модели формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования становится возможным при соблюдении следующих

организационно-педагогических условий: 1) применение метода Канбан как инструмента управления инженерными проектами обучающихся; 2) использование гибких методов для взаимодействия с внешними участниками инженерных проектов обучающихся; 3) организация научного партнерства общеобразовательной школы и образовательных организаций высшего образования.

Необходимо отметить, что определенные нами организационно-педагогические условия взаимосвязаны между собой и оказывают значимое влияние на формирование основ инженерной компетенции, ее компонентов: личностно-мотивационный, когнитивный, коммуникативно-деятельностный и рефлексивно-оценочный (Рисунок 6).

Обоснуем и раскроем содержание каждого определенных нами условия формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования.

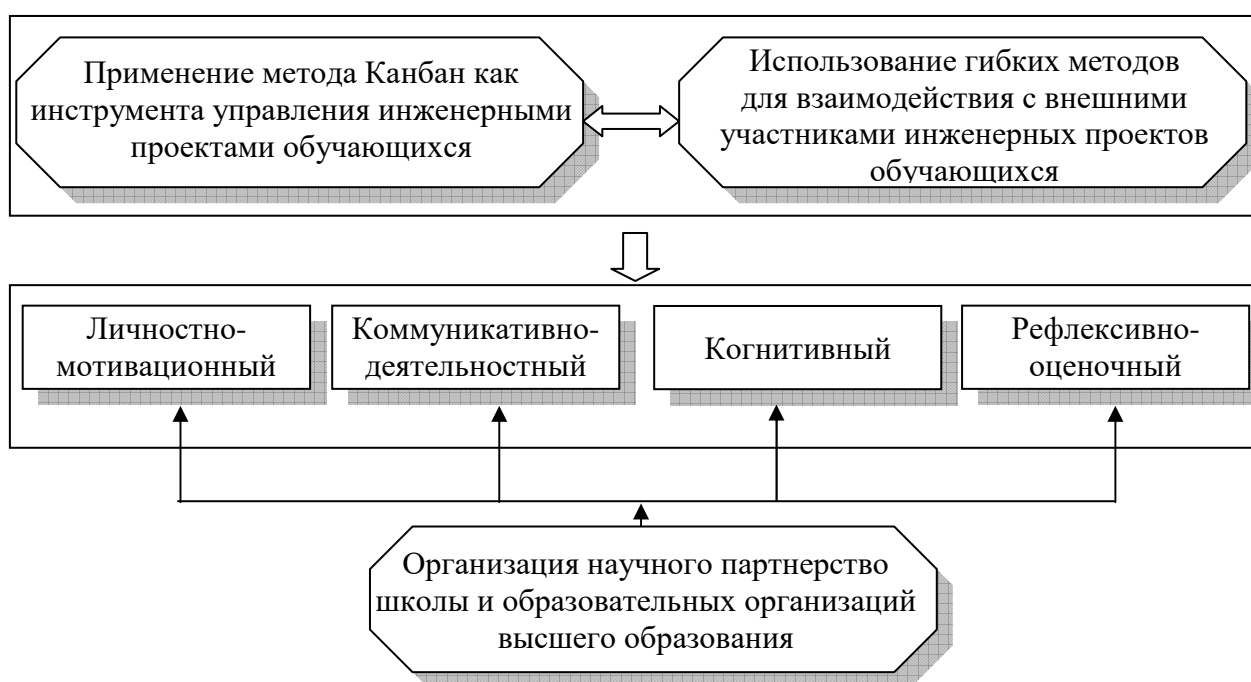


Рисунок 6 – Влияние организационно-педагогических условий на формирование компонентов основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования

Первое организационно-педагогическое условие формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования – *применение метода Канбан как инструмента управления инженерными проектами обучающихся.*

В соответствии с ФГОС ООО определяются предметные, метапредметные и личностные образовательные результаты. Если необходимый уровень предметных знаний достигается традиционными методами и технологиями в педагогическом процессе, то для достижения метапредметных и личностных образовательных результатов обеспечивается в ходе реализации проектной деятельности обучающихся, направленной на решение научной или социально значимой проблемы (исследовательские, инженерные, прикладные, информационные, социальные, игровые, творческие виды проектов). Современные инженерные проекты наряду с техническими могут включать в себя также экономические, управленческие и социальные особенности, что детерминирует усложнение их структуры и содержания.

Как отмечалось ранее, инженерная деятельность является не только отраслью технических знаний, но и тесно переплетается с наукой, предполагает постоянное использование фундаментальных научных знаний и результатов прикладных исследований. В своей профессиональной деятельности инженерный работник интегрирует научные открытия в разработку и их практическое применение, применяет теорию и принципы естественных, технических, гуманитарных и экономических наук для решения технико-практических проблем. Существует множество инженерных специальностей, но все они предполагают возможность внедрения знаний и умений в различных сферах (промышленность, медицина, энергетика, строительство и т.д.), а также использование современных информационно-коммуникационных технологий, программного обеспечения и оборудования, которое в значительной степени оптимизирует деятельность инженера при решении поставленных задач.

Работа над инженерными проектами может происходить как индивидуально, так и коллективно, группой инженеров одной или разных

специальностей, осуществляющих совместную деятельность при всестороннем подходе к изучению разрабатываемого проекта. Деятельность коллективов предусматривает согласованность и взаимодоверие при достижении общей цели. Многие инженеры сталкиваются с прохождением психологического барьера при работе в рамках совместного проекта, что требует специальной подготовки и формирование соответствующей инженерной компетенции. Как отмечает В.Д. Васильева [21], большинство будущих инженеров обладают низким уровнем проектной культуры, что выражается во фрагментарном восприятии окружающей реальности, а не целостным восприятием инженерного проекта, взаимосвязанного с технической и социальной окружающей действительностью. Следовательно, выпускники общеобразовательных учебных заведений, будущие абитуриенты в частности, должны понимать характер, условия и принципы профессиональной работы инженеров, а также непосредственно иметь представление об инженерных проектах, предъявляемых требованиях к их разработке и ведению, стадиях проектирования и т.д.

Анализируя педагогическое исследование П.В. Зуева и Е.С. Кощеевой [53] можно говорить, что введение проектной деятельности по инженерному направлению приобретает актуальность при получении основного общего образования. Именно в подростковом возрасте проявляется теоретическое рефлексивное мышление, на первое место выходит личностное общение со сверстниками, подростки все чаще объединяются в группы для обсуждения и реализации задуманного, стремятся выйти за рамки учебной деятельности [121]. Проектная деятельность является обязательным условием в обучении будущих инженеров, так как оно способствует развитию таких важных профессиональных качеств как аналитическое мышление, наблюдательность, умения разделять ответственность за принятое решение и коллективной работы, оценивать степень достижения результата. Проектная инженерная деятельность в значительной степени связана с ориентацией обучающихся на проявление интереса к технике и науке [182].

Профессиональные пробы, самоанализ собственных возможностей, получение новых навыков – все это обеспечивает раннее профессиональное самоопределение школьников. При работе над проектом учащиеся получают возможность улучшить понимание и представление о профессии, определить свои интересы и склонность к профессиональной деятельности, что способствует дальнейшему обоснованному выбору профиля обучения в 10-11-х классах.

Под инженерным проектом мы понимаем творческую деятельность обучающихся с инженерным содержанием (проведение расчетов, теоретическое обоснование, необходимые испытания и т.д.). Результатом проекта является прототип объекта или системы, функционирование которых подтверждает или опровергает выдвинутую гипотезу [165]. Проектная инженерная деятельность с позиции учащегося и специалиста-профессионала имеют важное отличие: целью применения проектной деятельности в школе является, прежде всего, развитие личности и формирование основ инженерной компетенции, а не получение социально значимого продукта [91].

С позиции А.Л. Королева, работа над инженерным проектом осуществляется на основе технического задания, выполнение модели соответствующей его критериям, проверки соответствия изначально прописанным характеристикам [70]. Проектная деятельность сводится к выполнению четко обозначенных действий, без возможности проявления инициативы обучающихся. На наш взгляд такой подход не верный, и представляет собой урочную деятельность по предмету технология с применением информационных систем.

Необходимо отметить, что динамично меняющийся мир, стремительно набирающий темпы научно-технический прогресс и растущая неопределенность делают все более сложным и недоступным для понимания будущее промышленного и инновационного развития страны. Следовательно, необходимо уже сегодня применять в обучении школьников новые технологии, которые наряду с формированием основ научного мировоззрения должны формировать такие личностные качества как гибкость, адаптивность и готовность к непрерывному

обучению, направленные на развитие воображения и творчество, открытия нестандартных альтернативных профессиональных инженерных решений.

Как правило, в предметной деятельности (математика, физика) обучающиеся основного общего образования решают типовой набор задач, которые не меняются с течением временем, их решение давно известно и доступно на просторах Интернета. При этом учитель и во внеурочной деятельности, если и прибегает к некоторым изменениям заданий, то значительных новшеств, способных вывести на новый уровень научно-технического творчества школьников, в свою преподавательскую практику не вносит. Так же как и в реальном конвейерном производстве по изготовлению деталей работник не способен создать инновационное оборудование, школьник, решающий типовые задачи, не способен освоить навыки поиска новых востребованных в будущем решений. Именно поэтому сегодня необходимо формировать основы инженерной компетенции обучающихся с реализацией идей обучения прогнозирования будущего.

В своём исследовании А.В. Соколов [154] выделяет в качестве инструмента согласованной выработке решений метод коллективного прогнозирования направлений инновационного развития, которые в будущем способны повлиять на экономику и общество. Данный метод можно рассматривать как систематический процесс стратегического предвидения будущего науки и технологий, понимание факторов и тенденций, обеспечивающих возможность для процветания окружающей среды. Применение метода коллективного прогнозирования требует сознательной активной позицией по отношению к изменениям в будущем и с учетом факторов, влияющих на рассматриваемую ситуацию (создание нового тренда).

В своевременном быстроменяющемся мире инженеру становится необходимым интегрировать в свою профессиональную деятельность метод коллективного прогнозирования для понимания возможных изменений во всех сферах общественной деятельности, для оценки перспектив технологических решений в средне- и долгосрочной перспективе. При этом решающее значение

имеет непрерывное наблюдение за технологическими инновациями, регулярное планирование альтернативных путей решения, осуществление нестандартных проектов, трансформация инновационных технологий из науки в промышленность. Данный метод позволяет определить план исследования и инновационные технологические решения, которые направлены на модернизацию социально-экономического сектора.

В рамках подготовки будущего профессионала инженерной специальности метод коллективного прогнозирования может быть применен для достижения следующих результатов обучения: умение решать прикладные инженерные задачи; умение планировать и реализовывать прогнозы развития технических систем; умение формирования идеального будущего с использованием минимальных ресурсов и скрытых резервов; способность использовать поиск лучших решения для «выхода» за пределы возможного; навыки принятия правильных управленческих решений. Метод коллективного прогнозирования обеспечивает формирование адекватных актуальным научно-технологическим требованиям экономики профессиональных компетенций, в частности инженерной.

Исходя из этого, реализуя задачу формирования основ инженерной компетенции обучающихся основного общего образования необходимо интегрировать метод коллективного прогнозирования в образовательный процесс таким образом, чтобы школьник был способен не только выполнить задание, но и стать изобретателем, генерируя идеи совместно в группе и развивая собственные стратегии будущего.

Инженерные проекты, в которых применяется метод коллективного прогнозирования, получили признание и все чаще используются в научно-технической и инновационной сферах, как в государственных, так и в частных структурах по всему миру [191]. Целью таких инженерных проектов будущего является не столько получение конечного продукта, который удовлетворяет запросам общества, сколько создание единого понимания развития конкретной ситуации. В проектное пространство включаются приглашенные эксперты, ученые, представители бизнеса, специалисты технологических компаний,

исследовательских центров, высших учебных заведений, которые должны прийти к единому мнению развития ситуации.

Основой внеурочных занятий с использованием инженерных проектов будущего становится работа в команде с обозначенными ролями, каждый участник группы реализует свой творческий потенциал, предлагая различные идеи образа будущего. Для решения элементарных инженерных задач необходимо не только создать образ будущего, но и предложить оптимальное воплощение образа с использованием различных средств (трехмерный принтер, программируемый токарный станок, программные информационные продукты и т.д.) с обоснованием плана внедрения новых знаний для реализации проекта.

К важным преимуществам работы над проектами будущего относятся:

- мотивация на самостоятельную деятельность и самообучение;
- развитие познавательных интересов и творческих способностей, коммуникативных навыков и навыков сбора и обработки информации;
- активизация критического мышления;
- социальная направленность: правильное отношение к окружающему миру, активной жизненной позиции, ответственность за полученный результат;
- положительное влияние на формирование профессиональных качеств личности.

Интеграция метода коллективного прогнозирования и инженерных проектов позволяет приобрести обучающимся начальные навыки и модели поведения в условиях динамично меняющейся внешней среды, развить навыки анализа сложных ситуаций, активизировать теоретические знания и практический опыт, а также усилить процесс продуктивности их самостоятельной работы в рамках межпредметной интеграции. Объединение работы над продуктом (планирование, выбор технологий, создание альтернативного направления и т.д.) и процесса взаимодействия с реальными работодателями, учеными, управленцами, бизнесменами способствует как определению стратегических приоритетов развития профессионального выбора обучающихся, так и

достижению определенного согласия между образованием, наукой и производством в профессиональной подготовке будущего специалиста [129].

Так как современные технологии производства не стоят на месте, и требования к профессиональной деятельности инженера меняются, то необходимы интеллектуальные специалисты, умеющие адаптироваться под гибкое производство, управлять проектами [89]. В процессе обучения во внеурочной деятельности необходимо учитывать требования к проектированию и управлению инженерными проектами будущего. Инновационный метод проектирования должен быть заложен в программах инженерных лабораторий школы или образовательной организации высшего образования.

К требованиям, предъявляемым к инженерным проектам будущего, можно отнести:

- погружение в реальную инженерную деятельность;
- темы и задачи должны соответствовать возрасту обучающихся;
- синтез урочных и внеурочных форм работы, сопоставление тем с учебной программой;
- включение задач глобальных вызовов, требующие научно-исследовательского, научно-технического, инженерного решения, результатом которого будут новые формы будущего;
- активная осознанная самостоятельная деятельность обучающихся;
- результат должен быть принципиально новым, спрогнозированным, иметь практическую и познавательную значимость в будущем.

Оригинальным опытом является использование в инженерных проектах метода Канбан, который направлен на сокращение времени в процессах производства. Идея использования данного метода – выполнить заказ вовремя, без каких-либо задержек. В японском языке слово «Кан» означает «визуальный», а «Доска» – «карта», таким образом, данный метод представляет собой отображение информации в виде визуальной доски (карты). Основная функция Канбан-доски (Рисунок 7) заключается в предоставлении возможности сбалансированной работы над проектом с максимальным учетом возможностей

каждого участника. На Канбан-доске отображается процесс проектной работы в виде столбцов, каждый из которых представляет собой определенный этап. Каждый столбец разбивается на наглядные карточки с информацией о целях, задачах, потребностях материалах, время выполнения, данные исполнителя и т.д. Карточки имеют разный цвет в зависимости от последовательности выполняемых работ, что удобно для восприятия всеми участниками команды. В любой момент времени можно увидеть степень готовности проектируемого решения, получить дополнительную информацию, что обеспечивает прозрачность работы над проектом. Метод Канбан не накладывает ограничения на работу над инженерными проектами – любой проект можно разбить на задачи с выделением этапов, в последующем визуализировать процесс решения задач.

Сделать	Анализ		Разработка		Тестирование		Показать заказчику		Выпуск
	<i>Делаем</i>	<i>Готово</i>	<i>Делаем</i>	<i>Готово</i>	<i>Делаем</i>	<i>Готово</i>	<i>Делаем</i>	<i>Готово</i>	
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 50px; margin-bottom: 5px;">Задача9</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 50px;">Задача10</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 50px; margin-bottom: 5px;">Задача8 Антон</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 50px;">Задача7 Инна</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 50px; margin-bottom: 5px;">Задача6 Маша</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 50px; margin-bottom: 5px;">Задача5 Инна</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 50px; margin-bottom: 5px;">Задача4 Егор</div>		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 50px; margin-bottom: 5px;">Задача3 Саша</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 50px; margin-bottom: 5px;">Задача2 Егор</div>		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 50px; margin-bottom: 5px;">Задача1 Петр</div>

Рисунок 7 – Иллюстрация примерного содержания Канбан-доски

Использование метода Канбан в инженерных проектах имеет ряд преимуществ: 1) объединяет потоки информации и упрощает координацию деятельности командной работы; 2) обеспечивает полное погружение участников проекта в работу над текущей задачей, после решения которой можно переходить к следующей; 3) представление процесса работы команды над конкретной задачей в наглядной форме, что приводит к повышению эффективности деятельности всех участников проекта (детализация каждого шага); 4) сокращается затраченное время на решение инженерной задачи, что значительно упрощает процесс приобретения основ инженерных знаний и навыков; 5) информация отображается непрерывно в реальном времени, что обеспечивает поиск проблемных моментов, вызванных нехваткой определенных навыков участников проектной группы; 6) обучающиеся накапливают опыт самоопределения и переживания

профессиональной идентичности; 7) повышается мотивации на усвоение знаний и способностей к решению инженерных задач, соответствующих современному уровню развития науки и технологий.

Следовательно, в нашем исследовании данное организационно-педагогическое условие (применение метода Канбан как инструмента управления инженерными проектами обучающихся) способствует формированию личностно-мотивационного и когнитивного компонентов основ инженерной компетенции, что детерминирует успешную реализацию разработанной модели.

Необходимо также отметить, что специфической разновидностью проектной технологии является метод ситуационного анализа, который приближен к будущей профессиональной деятельности выпускника школы. Метод ситуационного анализа заключается в формировании интереса обучающихся к процессу самостоятельного приобретения знаний через осмысление реальной ситуации из жизни [23]. В процессе работы над ситуационной задачей учащиеся анализируют ситуацию, высказывают свое мнение и свои предложения, в итоге находят собственное решение поставленной проблемы.

К основным особенностям метода ситуационного анализа можно отнести: 1) метод содержит операции и процедуры исследовательского процесса; 2) важной составляющей метода выступает коллективная работа в группе и обмен информацией; 3) метод интегрирует технологии развивающего обучения, включая процедуры формирования различных личностных качеств школьников (коммуникабельность, социальная активность и т.д.); 4) метод направлен на стимулирование обучающихся к активной деятельности, стимулирование их успеха [77].

Метод ситуационного анализа предполагает решение проблемы на основе ситуационной задачи, которая содержит: 1) описание ситуации, с указанием источника получения данных (набор теоретических материалов); 2) методическое сопровождение, с помощью которого можно разработать проектное решение; 3) примерный сценарии решения задачи; 4) источники информации для ознакомления.

При таком подходе, задача учителя заключается в стимулировании и поддержании процесса инженерного творчества через специальные технологии, которые наиболее эффективны для использования при организации инженерной деятельности обучающихся.

Второе организационно-педагогическое условие – *использование гибких методов для взаимодействия с внешними участниками инженерных проектов обучающихся.*

При формировании основ инженерной компетенции обучающихся должна учитываться специфика отрасли, тенденция развития современных технологий, а также требования будущих работодателей. Сегодня предприятиям необходимы специалисты, которые уже обладают современными компетенциями, навыками взаимодействия в коллективе при решении общей проблематики, способностями быстро ориентироваться в незнакомой ситуации, находить и анализировать информацию, оценивать собственные возможности, становиться руководителем при выполнении одних задач и быть исполнителем при выполнении других. Внедрение в образование современных гибких методов для управления проектной деятельностью обучающихся может стать хорошим инструментом для обеспечения результативной командной инженерной работы и эффективного формирования компетенции каждого участника [46; 194].

Классическая проектная технология (Рисунок 8) построена на каскадном принципе: команда разработчиков переходит к следующему шагу только после завершения текущего; вернуться к предыдущему шагу или перейти через один шаг к следующему невозможно; процесс проектирования протекает в одном направлении; при изменении требований к конечному результату, необходимо начинать проект с самого начала; после утверждения задания на проектирование, заказчик не принимает участие в работе над проектом.

К недостаткам классической проектной технологии можно отнести сложность в адаптации к определенным изменениям. Конечный результат будет виден только в конце, либо на последних шагах, когда большая часть работы уже проделана, внести изменения не представляется возможным. Шаг «тестирование»

проходится одним из последних в проектной работе, следовательно, возможные проблемы выявляются к концу жизненного цикла, переделывать весь проект требует больших усилий и времени. Из-за жесткой и линейной природы классическая проектная технология лучше всего подходит для неизменных и простых проектов.

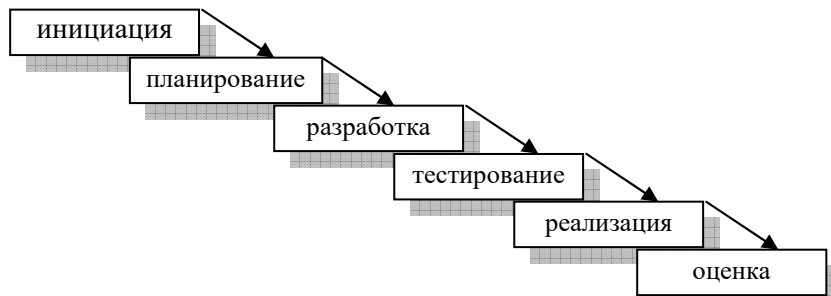


Рисунок 8 – Схема классической проектной технологии

При использовании гибкого метода внимания меньше уделяется детализации планирования, значительная фиксация происходит на знаниях, получаемых опытным путем. Гибкий метод предполагает разбиение проекта на меньшие блоки, которые более просты в выполнении, что приводит к повышению качества результатов командной работы. Разработка продукта происходит через циклы (итерации, спринты) (Рисунок 9), на каждом из которых в соответствии с требованиями внешних участников, заинтересованных в успешной реализации проекта, происходит уточнение проектного решения: планирование, анализ, разработка, тестирование, рефлексия. После прохождения каждого цикла решение пересматривается исходя из замечаний заинтересованных лиц, цикл повторяется заново с учетом новых поправок с целью его улучшения [186]. При этом каждый цикл прохождения проекта предполагает проведение обратной связи через командное обсуждение промежуточных результатов при участии заинтересованных лиц. Следовательно, появляется мобильность в реагировании на замечания, повышается согласованность. Кроме того, поскольку тестирование проводится на каждом цикле, ошибки и несоответствия могут быть быстро выявлены и устранены. Такой подход приводит к постоянному совершенствованию проекта, в результате чего выпускается гораздо более подробный и сложный продукт.

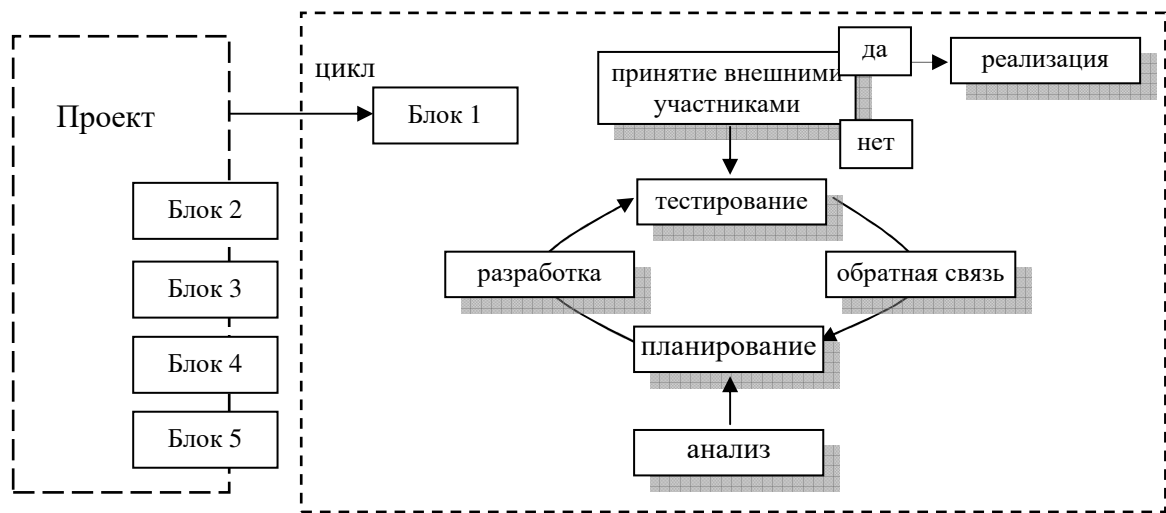


Рисунок 9 – Схема гибкого метода управления проектами

Как и в классической проектной технологии (пошаговый линейный процесс), так и в гибком методе результатом деятельности обучающихся должен стать конечный продукт (прототип изделия), который в дальнейшем представляется на защите. Однако, применение гибкого метода наиболее эффективно при меняющихся условиях, например, при работе с заинтересованными партнерами, когда конечный результат зависит от текущих требований и поведенческих мотивов. В таблице 3 приведены основные отличия гибкого метода от классической проектной технологии.

Таблица 3 – Сравнение классической проектной технологии и гибкого метода

Гибкий метод	Классическая проектная технология
Цели и задачи проекта меняются по результатам обратной связи. Команда проекта быстро адаптируется и вносит изменения, что способствует творчеству и свободе выбора решения	Цель и задачи определены в начале проекта, любые изменения в ходе проекта практически невозможны. При возникновении проблемы приходится начинать работу с самого начала
В команде роли за участниками не закреплены, отсутствует подчиненность. Любой участник может взять в работу задачу, которая он может выполнить: разработчик, тестировщик, аналитик и т.д.	Заранее распределение ролей перед началом работы, каждый участник выполняет только свое задание. Взаимодействие в команде происходит по принципу подчиненности
Наглядное представление процесса работы над проектом в течение всей проектной работы.	Представление результата, обратная связь и рефлексия только в конце проектной работы.

Обратная связь с заинтересованными партнерами и рефлексия в процессе работы над проектом. При возникновении новой идеи, она сразу воплощается в жизнь	Возникают проблемы, связанные с различными взглядами заинтересованных лиц и исполнителя на конечный результат (несовпадение ожидаемого и реального)
Документация не является важной составляющей проекта. Коммуникация как внутри, так и с самой командой является важным элементом процесса работы, стимулирует развитие и продвижение вперед, удовлетворяя потребности заинтересованных лиц	Детальное планирование и разработка приводят к временным потерям: требуются технические требования, спецификации, проспекты, проектная документация, планы испытаний, планы документации и утверждения заинтересованных лиц

Важной особенностью гибкого метода является коммуникация между заинтересованными в успешной реализации проекта партнерами и командой проектной работы, что способствует приобретению навыков трудовой этики. Обратная связь является неотъемлемой частью данного подхода к управлению проектной деятельностью и осуществляется непрерывно на каждом цикле. Для достижения наилучших результатов проектной деятельности участники команды учитывают пожелания внешних участников на каждом этапе проекта, что гарантирует реализацию их пожеланий и требований на протяжении всего жизненного цикла проекта [161]. К внешним участникам принято относить клиентов, заказчиков, партнеров по производству, инвесторов, государственные организации и т.д. В процессе работы над проектом на каждом цикле важно учитывать их интересы, что позволяет в разы уменьшить негативное влияние на результат.

При реализации инженерных проектах учитель выступает в роли «владельца продукта» и берет на себя функции по установлению связей между командой проекта (обучающимися) и внешними участниками. К задачам учителя относится поиск ключевых заинтересованных внешних участников проекта и управление их влиянием на проект для успешной реализации. Внешние участники должны обладать необходимыми ресурсами, прежде всего кадровыми, для помощи в организации проектной инженерной деятельности обучающихся. Данная помощь может выражаться в предоставлении времени для консультаций,

свободного помещения для организации круглого стола, экспертов для корректировки процесса работы над проектом и т.д. В качестве внешних участников должны выступать предприятия или организации, которые внедряют передовые инженерные технологии в отечественном производстве, имеют определенную программу развития на ближайшее будущее и обладают потенциалом для включения в практическую деятельность подрастающего поколения.

Для эффективной проектной работы обучающихся и успешного достижения поставленных целей необходима организация ряда встреч команды с внешними участниками: в начале проектной работы для обсуждения плана дальнейших действий и постановки приоритетных задач; по мере готовности решения задач для представления промежуточных результатов и согласования выполненного решения с их ожиданием; в конце реализации проектной деятельности для итогового обсуждения достигнутых результатов.

Взаимодействие обучающихся с внешними участниками в рамках работы над инженерными проектами требует проведения ряда мероприятий: 1) определение общих интересов организации общего образования и заинтересованных внешних участников; 2) разработка стратегии сотрудничества организации общего образования и заинтересованных внешних участников; 3) построение коммуникации между организацией общего образования и внешними участниками для конвертирования инновационной деятельности в педагогическую работу.

В соответствии с вышесказанным, представим в таблице 4 описание каждого этапа работы над инженерным проектом с использованием гибкого метода для взаимодействия с заинтересованными партнерами.

На наш взгляд, использование гибкого метода для взаимодействия с внешними участниками инженерных проектов обучающихся является одним из наиболее продуктивных, который способствует формированию коммуникативно-деятельностного и рефлексивно-оценочного компонентов основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного

общего образования, и, следовательно, успешности реализации разработанной педагогической модели за счет: 1) гибкого взаимодействия между всеми участниками проектной работы, которое включает обратную связь, мотивирование и консультирование; 2) создания установок на готовность к самостоятельному и осмысленному выбору и построению дальнейшей индивидуальной образовательной траектории с учетом устойчивых познавательных интересов и профессиональных предпочтений; 3) активизации рефлексивного отношения к своему опыту и личностно-профессиональному росту; 4) использования в образовательном процессе возможностей для освоения социальных норм, правил поведения, ролей и форм социальной жизни в группах и сообществах; 5) приобретения основ профессиональной рефлексии через диалог с внешними участниками.

Таблица 4 – Характеристика этапов создания инженерного проекта

<i>Этапы</i>	<i>Алгоритм деятельности обучающихся</i>	<i>Алгоритм деятельности учителя</i>
<p>Подготовительный</p> <p><i>Цель:</i> Определить предметную область</p> <p>Выбрать тему, цели, задачи проекта</p>	<p>Получают информацию по ситуационной задаче от ППС, студентов.</p> <p>Проводят первичный анализ.</p> <p>Формулируют и обсуждают проблему</p> <p>Выбирают приоритетные направления с учетом полученной информации.</p> <p>Анализируют тематику проекта, цели, задачи, определяют пользовательские и функциональные требования к будущему продукту, ресурсы</p>	<p>Предоставляет вводную и наводящую информацию.</p> <p>Задает вопросы, организует обсуждение проблемной ситуации.</p> <p>Наблюдает, консультирует, вносит корректировки.</p> <p>Способствует распределению обязанностей в группе участников</p>
<p>Практический</p> <p><i>Цель:</i> Разработать план работы над проектом. Собрать и изучить информацию</p>	<p>Формируют творческие группы и распределяют функциональные обязанности. Встречаются с внешними участниками проекта. Обсуждают план работы</p> <p>Разбивают проект на блоки по времени. Работают с Канбан-доской.</p> <p>Осуществляют поиск и анализ информации</p>	<p>Помогает в составлении тезисов и формулировании гипотезы. Руководит аналитической работой с источниками информации.</p> <p>Организует встречу с внешними участниками проекта</p>

<i>Цель:</i> Ретроспектива	Заслушивают мнения внешних участников проекта	Наблюдает, консультирует, стимулирует творческую активность обучающихся
	Осуществляют поиск оптимальной технологии и экономического обоснования проектного решения	
<i>Цель:</i> Получить готовый продукт (прототип) инженерной деятельности	Тестируют варианты проектного решения внутри одного цикла. Переоценивают решение	Проводит проверку полученных результатов, указывает на не точности, помогает готовить доклад, оказывает содействие в подведение предварительных итогов работы над проектом
	Предоставляют внешним участникам реализованную часть проекта. Приступают к следующему циклу	
	Получают фактический материальный продукт из отдельных частей	
	Оценивают качество выполненного проектного решения. Проводят интерпретацию результатов	
	Готовятся к защите инженерного проекта, обоснованию инженерного проектирования	
<i>Цель:</i> Заключительный Представление и анализ полученных результатов	Представляют полученные результаты внешним участникам в виде отчета, анализируют возможности применения полученного прототипа в жизнедеятельности общества. Презентуют (защищают) проект	Организует защиту и обсуждение проектов. Выступает в роли жюри, приглашает независимых экспертов. Участвует в обсуждении. Оценивает проекты обучающихся и их выступления
	Осуществляют самоанализ и самооценку деятельности, своей роли и вклада в общее решение каждым участником проектной группы. Определяют дальнейшие действия по реализации инженерного проекта	

Третье организационно-педагогическое условие – *организация научного партнерства общеобразовательной школы и образовательных организаций высшего образования.*

В государственной Программе научных исследований до 2030 года (распоряжение правительства Российской Федерации от 31 декабря 2020 г. № 3684-р) [127], разработанной Российской академией наук с привлечением министерств и ведущих научных институтов, ставятся задачи по эффективному управлению научными исследованиями, созданию условий для свободного

научно-технического творчества, повышению статуса отечественной науки, распространению научных знаний и популяризации науки. Российская наука должна стать конкурентоспособной в мировом масштабе, развитие интеллектуального потенциала российской науки становится значимым элементом в системе укрепления национальной безопасности Российской Федерации. Программа ориентирована на развитие всех направлений фундаментального научного знания, в том числе таких направлений, как науки в области естествознания, изучающие явления, важные для создания и развития техники. Отсюда следует, что для повышения качества подготовки инженерных кадров необходимо начинать уже в школе формировать у обучающихся основы инженерной компетенции, которая в будущей профессиональной деятельности имеет большое значение при внедрении и развитии инновационных научно-технических идей.

Кадровый состав и материально-техническая база общеобразовательной организации не всегда способны создать условия для успешной реализации школьниками своих способностей, возникает необходимость использования образовательного пространства образовательной организации высшего образования, его научный и методический потенциал. Следовательно, в формировании основ инженерной компетенции обучающихся непосредственное участие должны принимать высшие учебные заведения, которые будут привлекать обучающихся к проектной и исследовательской деятельности на площадках современных лабораторий университетов.

Современный этап модернизации образования в научной литературе принято рассматривать с начала XXI века, с принятием в 2000 году Правительством РФ Национальной доктрины образования [124], в которой достаточно четко обозначена тенденция развития интеграционных объединений субъектов образования. Так в доктрине устанавливается приоритет образования: «создания максимально благоприятных условий для выявления и развития творческих способностей каждого гражданина России, воспитания в нем трудолюбия и высоких нравственных принципов» [124, с. 1].

Концепция профильного обучения [126] предполагает введение подготовки, которая ориентирована на индивидуализацию обучения и социализацию обучающихся. Одна из возможных моделей сетевой организации профильного обучения основана на коллаборации общеобразовательных и организаций дополнительного, высшего и начального профессионального образования с привлечением дополнительных образовательных ресурсов. При этом взаимодействие организаций общего и высшего образования преимущественно направлено на профессиональную ориентацию старшеклассников, их довузовскую подготовку. Такое взаимодействие позволило университетам решать задачи по привлечению будущих абитуриентов, их адаптацию к вузовской системе, через развитие необходимых навыков и способностей. Такое решение позволило получать учителям и учащимся школ доступ к широким ресурсам (материально-технические, кадровые), которые мог предоставить университет. Данный вид партнерства был закреплён документально в новых образовательных программах организаций [60].

В последующем, актуальность взаимодействие образовательных организаций разных уровней получило после выхода федерального закона «Об образовании в Российской Федерации» (от 29 декабря 2012 года), в статье 15 которого указано о сетевой форме взаимодействия организаций разных уровней при реализации образовательных программ общего образования [47]. От общеобразовательных учебных заведений начали поступать запросы в образовательные организации высшего образования не только по вопросу профильной (довузовской) подготовки в старших классах, но и по организации достижения предметных, метапредметных и личностных результатов обучения школьников. В стремлении не только компенсировать недостаток ресурсов, но и с целью инновационного развития образовательного потенциала и формирования у обучающихся новых и социально значимых компетенций, организации общего образования начали вступать в партнерство с университетами, научными и производственными предприятиями, учреждениями культуры и дополнительного образования [52]. В результате создавалась новая образовательная среда, которая

способствовала повышению уровня образования через объединение ресурсов организаций-партнеров с целью совершенствования отраслевых, межотраслевых и региональных направлений развития.

С принятием нового ФГОС ВО (9 февраля 2016 г.) у университетов возникла необходимость в формировании высокого уровня общих и профессиональных компетенций, что определило поиск абитуриентов не только со сформированными предметными, но и личностными, метапредметными компетенциями. В результате образовательные организации высшего образования перешли на формирование необходимых компетенций у школьников на ступени обучения в старших классах, при этом такое партнерство было закреплено документально в виде договора о взаимодействии образовательных организаций [52, с. 116].

Таким образом, взаимодействие организаций общего и высшего образования обусловлено дефицитом ресурсов и новыми образовательными задачами.

В научных трудах можно встретить различные подходы к определению понятия «взаимодействие»: философские, онтологические, методологические и другие. Что объясняется сложностью охвата одним понятием всего многообразия его содержания.

Так, А.М. Прохоров определяет взаимодействие как «философская категория, отражающая процессы воздействия объектов друг на друга, их взаимную обусловленность и порождение одним объектом другого» [153]. Взаимодействие – это связь или действие по обмену чем-либо, порожденное взаимным влиянием. Необходимо отметить, что данное определение можно отнести не только к педагогическому взаимодействию, но к другим областям научных познаний. В науке понятие «взаимодействие» используется для описания характеристик совместной деятельности субъектов, связей между ними, которые носят случайный или осознанный, кратковременный или продолжительный характер.

Можно определить понятие «взаимодействие» как целенаправленное влияние друг на друга участников образовательного процесса, с целью интеллектуального, личностного и деятельностного развития. Общая цель

является движущей силой совместной деятельности. На протяжении всего процесса взаимодействия сохраняются равноправие сторон, взаимообусловленность, общие интересы и единство взглядов. В системе образования взаимодействие может происходить между: учителем и учеником; общеобразовательными учебными заведениями; организациями общего и образовательными организациями высшего образования; образовательными организациями и предприятиями и т.д.

Взаимодействие общеобразовательной школы и образовательных организаций высшего образования необходимо рассматривать как комплекс связанных действий, не обязательно происходящих одновременно, а возможно и в разное время, в разных пространствах, различные по формам и принципам, с целью всестороннего развития личности школьника и его активной жизненной позиции. Между общеобразовательной школой и образовательной организацией высшего образования устанавливаются связи, характер которых определяет вид взаимодействия [61]. При этом руководство учебных заведений, администрация, учителя и преподаватели, учащиеся выступают в роли субъектов отношений. Обращение школ за помощью к высшим учебным заведениям, которые обладают необходимой технической базой и квалифицированным профессорско-преподавательским составом (ППС), решение образовательных проблем по освоению инновационных программ участниками взаимодействия может привести к динамическому развитию всех сторон взаимодействия.

Опираясь на многолетний опыт, Г.Н. Прокументова [128] рассматривает образовательную среду университета как определенную площадку для развития «деятельностных компетенций» школьников, овладения новыми знаниями и практикой научно-исследовательской деятельности. Для работы с детьми задействованы студенты: разрабатывают совместные проекты, организуют различные образовательные мероприятия. В результате студенты приобретают коммуникативные навыки.

Е.А. Мороз [98] отмечает, что взаимодействие между школой и университетом востребовано непосредственно благополучателями данного

процесса (школьники, родители, работодатели, органы государственной власти). Кроме адаптации к условиям университета, также происходит формирование когнитивных и креативных личностных качеств школьника.

М.И. Шамсиддинов и Д.М. Юсупова [184] подчеркивают важность использования школой научного потенциала университета, что позволяет мотивировать школьников на изучение определенных предметов, сделать выбор вектора саморазвития, сформировать запас знаний, необходимых для продолжения исследовательской деятельности и профессионального роста. Целью взаимодействия является создание общего пространства для расширения знаний, умений и навыков обучающихся, необходимых для профессионального самоопределения. Непрерывное образование в процессе сотрудничества учебных заведений делает возможным дополнительную профессиональную подготовки, основанной на интересах школьника.

О.Ю. Новоселовой и С.П. Фирсовой [103] в своих работах доказывают, что совершенствование учебно-исследовательских, проектных и информационно-познавательных способностей является необходимым структурным элементом личностных характеристик школьников. В исследовательской и проектной деятельности обучающихся на первый план выходит налаженная система партнерских отношений школ с различными научными организациями и образовательными организациями высшего образования. В рамках договорных взаимоотношений разрабатываются совместные программы, обеспечивающие привлечение учащихся в социокультурное пространство, функционирующее на основе принципов непрерывности образования и индивидуальной профессионализации в сфере науки и техники.

В нашем исследовании необходимо учесть и опыт взаимодействия дополнительного и высшего образования. Так, А.Н. Аленова [2] и Е.Н. Малова [90], исследуя всестороннее развитие личности ребенка, в качестве инновационной формы взаимодействия организаций дополнительного и высшего образования определяют Малую детскую академию, которая функционирует на базе университета. Академия ориентирована на дополнительные образовательные

программы с использованием ресурсов образовательной организации высшего образования; организацию проектно-исследовательской деятельности обучающихся.

Из анализа литературы и, опираясь на собственный преподавательский опыт, можно утверждать, что взаимодействие общеобразовательной школы и образовательной организации высшего образования может идти преимущественно по трем направлениям: учебно-методическая, профориентационная и научно-исследовательская работа (Рисунок 10).

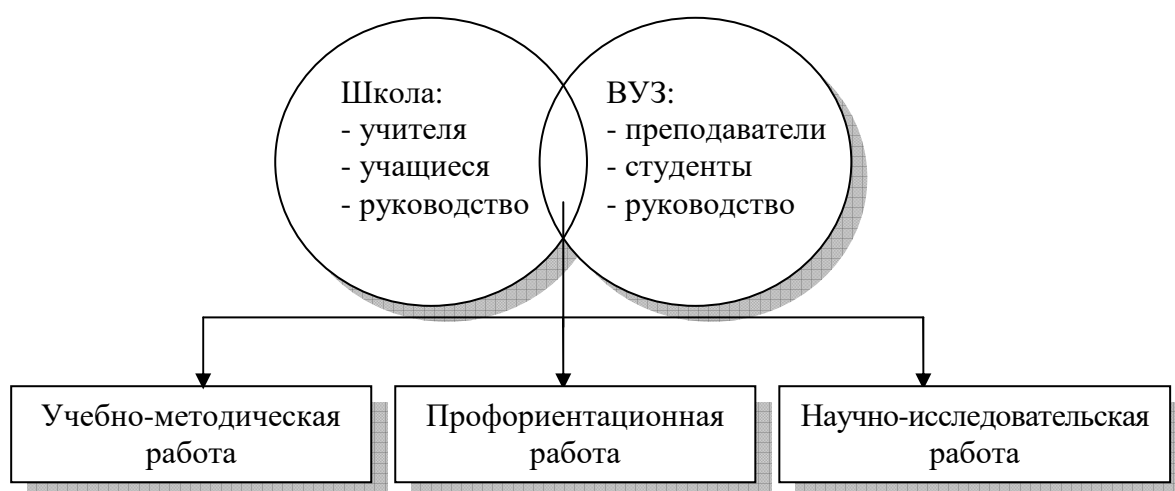


Рисунок 10 – Направления взаимодействия общеобразовательной школы и образовательной организации высшего образования

Учебно-методическая работа включает следующие формы взаимодействия: совместная разработка учебной литературы для учителей и обучающихся; адаптация образовательных программ по профильному обучению; проведение дополнительных занятий для школьников по подготовке к экзаменам; консультация учителей преподавателями университета по совершенствованию процесса обучения [37].

Профориентационная работа: организация встреч преподавателей университета и школьников («дни открытых дверей») с целью объяснения правил, форм и порядка обучения; проведение различных конкурсов, мастер классов, лекций, выставок для мотивации школьников на выбор профессии по направлениям подготовки образовательные организации высшего образования.

В университетах вводится углубленное изучение отдельных предметов программы общего образования для расширения возможностей профильного обучения, что обеспечивает преемственность и подготовку к обучению в высшем учебном заведении [32].

В современных условиях развития мирового сообщества особую актуальность приобретает использование организациями общего образования научной и технической базы университетов. С целью эффективного научно-практического образования обучающихся между общеобразовательной школой и образовательной организацией высшего образования выстраиваются партнерские отношения [103].

Под «партнерством» принято понимать взаимоотношения определенного круга субъектов для достижения общей цели в рамках договора [108]. В исследовании Ю.А. Сардушкиной [142] партнерство общеобразовательной школы и образовательной организацией высшего образования рассматривается как обоюдовыгодный обмен ресурсами для достижения важных для образовательных организаций целей. Так, в рамках партнерства необходимо определить значимые ресурсы для обмена при взаимодействии. Предполагается, что обмен происходит равнозначный, однако, возможности университета намного больше в плане развития у школьников профессионального самоопределения.

Выстраивать партнерские взаимоотношения необходимо основываться на общих правилах и рекомендациях, которыми следует руководствоваться в ходе организации взаимодействия образовательных организаций.

Принципы партнерства общеобразовательной школы и образовательной организации высшего образования можно рассматривать в трех аспектах: процессуальный (целостная система действий определенных субъектов); организационный (нормативно-правовые основы); дидактический (совокупность взаимосвязанных форм, средств и приемов обучения). В рамках процессуального аспекта выделяют принципы: вариативности при выборе форм партнерства; мобильности при выборе договорных взаимоотношений с различными учебными заведениями и их подразделениями; полного использования возможных ресурсов

образовательных организаций [149]. Учитывая организационный аспект, выделяют принципы совместимости, согласованности, обратной связи. К дидактическим принципам относятся: научности (формирование научных понятий с учетом развития современной науки); добровольности включения школьников в процесс взаимодействия (создания благоприятных условий); активности обучающихся в усвоении новых знаний и умений; учета возрастных и индивидуальных особенностей (доступности); природосообразности. Все принципы не являются равноценными и способны менять сущность с изменением запросов того или иного образовательной организации.

Как отмечалось ранее, природа инженерной деятельности неразрывно связана с применением научных знаний к решению задач. Инженерная деятельность предполагает частое обращение к научным знаниям для получения конечного материального продукта. Инженер работает не только с техническими средствами, машинами, механизмами, но и с природными явлениями, которые подчиняются законам естествознания, следовательно, особенностью инженерных знаний является интеграция естественных, технических и гуманитарных наук. Инженерная деятельность, также как и научная работа, требует от индивида таких личностных качеств как творческая и познавательная активность, коммуникабельность, целеустремленность, критичность и гибкость ума. К функции инженера относится «интеллектуальное обеспечение процесса создания техники, на основе применения научных знаний в технической практике» [112, с. 32]. А.М. Климов в качестве одного из видов инженерной деятельности определяет научно-исследовательскую – «разработка на основе фундаментальных и технических наук новых способов получения продукции, принципов действия и схем технических устройств» [64, с. 11].

Следовательно, при формировании основ инженерной компетенции обучающихся необходимо приобщать их к научно-исследовательской работе в рамках инженерной деятельности.

В ФГОС ООО прописано, что наряду с предметным результатом, обучающиеся должны получать и личностный и метапредметный результат

обучения, овладевать проектной и исследовательской деятельностью, а также должны быть обеспечены индивидуальной траекторией развития и формирования способности к самоорганизации, активным и позитивным действиям [168]. Обучающиеся должны восприниматься учителем как активные инициаторы своего образования для подготовки к дальнейшему профессиональному росту. В связи с этим необходимы новые механизмы школьного обучения, такие как педагогическое управление научно-исследовательской работой школьников.

Научное партнерство общеобразовательной школы и образовательной организации высшего образования – это особый вид взаимоотношения образовательных организаций, результатом которого является целенаправленное развитие у школьников способностей к научно-исследовательской работе, приобретение прикладных и фундаментальных знаний и формирование основ научного мировоззрения.

В педагогической литературе под научно-исследовательской деятельностью понимается деятельность обучающихся, связанная с решением творческой, исследовательской задачи с заранее неизвестным решением и предполагающая наличие основных этапов работы, характерных для исследований в науке [83]. В качестве цели научно-исследовательской деятельности обучающихся определяют приобретение новых знаний и навыков для проведения научного исследования наиболее подходящим способом и получением объективных, полных, достоверных, аргументированных результатов. Проводя научное исследование, обучающиеся решают определенную задачу, которая может быть связана с выявлением взаимосвязей, тенденций, закономерностей, с обоснованием и оценкой выполнения плана работы.

Целью приобщения обучающихся к научно-исследовательской работе является формирование готовности к научно-исследовательской деятельности и складывается из следующих компонентов: 1) усвоение системы научных знаний; 2) включение мотивационных установок в структуру самооценки; 3) овладение практическими исследовательскими навыками. Для научно-исследовательской

работы характерно: решение проблемных ситуаций, выдвижение гипотезы, проектирование и моделирование [41].

Как отмечалось ранее, подростковый возраст является благоприятным для творческого развития. Обучающиеся среднего школьного возраста отличаются увлеченностью решением задач проблемного характера, выявлением причинно-следственных связей, самостоятельностью в поиске ответа, включенностью в дискуссии и т.д. Следовательно, учителю необходимо выбирать для данной возрастной группы главенствующие формы организации научно-исследовательской работы, которые должны быть нацелены на прививание основ научного поиска.

На рисунке 11 представлены основные формы организации научно-исследовательской работы школьников в рамках партнерства общеобразовательной школы и образовательной организацией высшего образования.

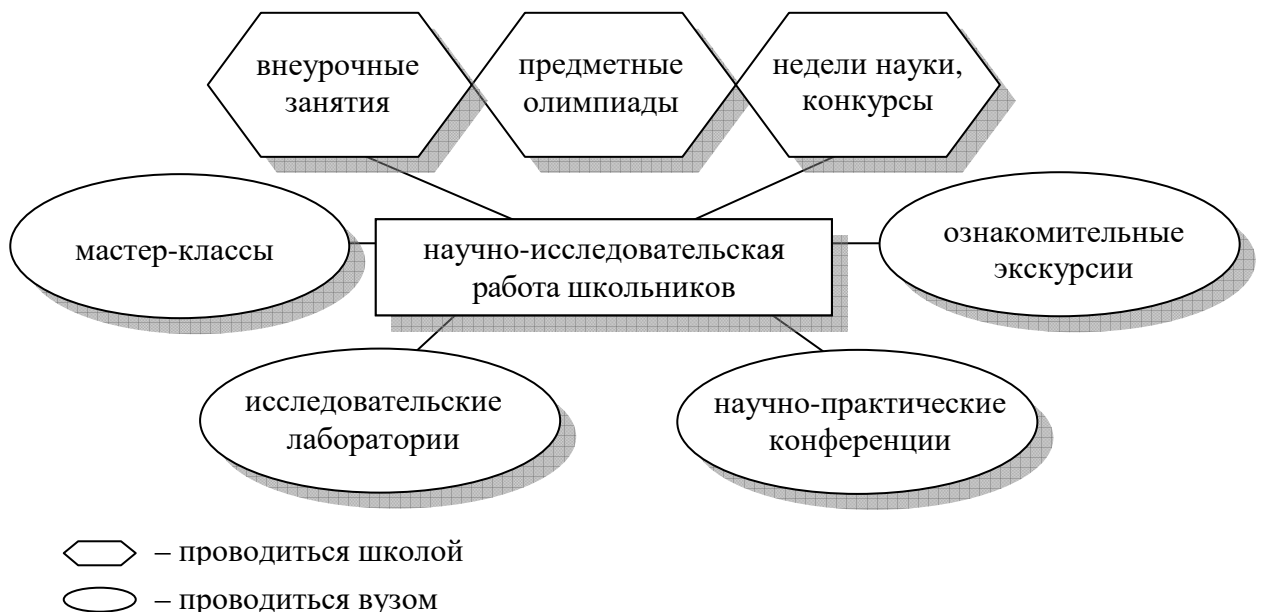


Рисунок 11 – Формы научно-исследовательской работы школьников, организованной общеобразовательной школы и образовательной организацией высшего образования

Раскроем содержание некоторых из форм:

1. Предметные олимпиады являются формой организации соревнований обучающихся, которые направлены на стимулирование интеллектуальной деятельности и профессиональной ориентации школьников, а также способствуют не только выявлению, но и развитию интеллектуальных,

академических, креативных, лидерских способностей [67]. Для высшего учебного заведения целью проведения предметных олимпиад является повышение научного потенциала, выявление и отбор творчески мыслящих будущих студентов, организация педагогической деятельности аспирантов.

2. Мастер-классы по инженерной и научной тематике. В рамках данных занятий для развития научных интересов подростков важно их общение с профессорско-преподавательским составом университета, знакомство с деятельностью ведущих ученых и научных сотрудников исследовательских лабораторий. Самостоятельная проектно-исследовательская работа в лаборатории университета под руководством научных работников способствует закреплению теоретического материала, получению навыков самостоятельно ориентироваться в передовых направлениях современной науки, развитию индивидуальных способностей [189].

3. Ознакомительные экскурсии, на которых обучающиеся знакомятся с уникальным инженерным оборудованием в научных лабораториях, а также с выполненными работами, с целью подтверждения реальности применения современной науки для проектного решения.

4. Для обсуждения итогов научно-исследовательской работы школьников наиболее распространенной формой применяемой в образовательной практике является организация на базе организации высшего образования научно-практических конференций, как средство стимулирования активной и самостоятельной интеллектуальной деятельности, формирования чувства принадлежности к научному миру. Обучающимся предоставляется возможность продемонстрировать результаты работы, получить навыки публичного выступления и дискуссия, услышать экспертное мнение ученых и опубликовать тезисы в сборнике конференции [41].

Необходимо отметить, научно-исследовательская работа обучающихся в рамках инженерной деятельности направлена на конкретизацию имеющихся научных знаний для решения определенной элементарной инженерной задачи. Результаты таких исследований находят свое применение в инженерном проектировании новой системы или устройства, способного принести обществу

определенную пользу. Следовательно, можно говорить о прикладных исследованиях, которые, в отличие от фундаментальных (открытие законов, закономерностей), подразумевают разрешение определенных практических задач по созданию или совершенствованию систем, объектов, используемых в дальнейшем конечными пользователями.

Далее необходимо выделить специфику научного партнерства общеобразовательной школы и образовательной организации высшего образования, целью которого является формирование основ инженерной компетенции обучающихся.

В организации научно-исследовательской работы в рамках инженерной деятельности обучающихся только знаний и усилий школьных педагогов может быть недостаточно [136]. Этот проблемный аспект связан с проявлением на практике сложностей в выборе темы проекта, подборе и изучении соответствующего научно-теоретического материала, реализации оптимальной эффективной системы консультирования. В условиях, предъявляемых требований образовательной системы к уровню нагрузки школьных педагогов, и недостаточности знаний в отношении научных аспектов проектной деятельности, организация проектной деятельности обучающихся исключительно в рамках школы представляется малоэффективной. Решением данной проблемы может стать использование совокупного опыта учителей школ и научных сотрудников вуза. Так, учителя школ могут принимать активное участие при работе обучающихся в лабораториях университетов. Обучающиеся получают доступ к современному оборудованию, обретают новые научные знания, проводят экспериментальные исследования. Профессорско-преподавательский состав университета, в свою очередь осуществляет научное руководство исследовательской деятельностью школьников в рамках выполняемого проекта. Неформальная обстановка, атмосфера научного и творческого поиска вдохновляют учащихся на продуктивную работу, повышают самооценку, развивают коммуникативные навыки [110].

Проведение научного исследования в рамках творческой инженерной деятельности обучающихся сосредоточено на цели совершенствования их теоретического знания об определенном объекте реальности, вместе с понятием которого, особую роль играет и его малоисследованная часть, отражающая предмет исследования. Содержание научного творчества заключается в продуцировании и перманентном совершенствовании теоретической модели объективной реальности. При этом целостно наука является тем институтом социума, который реализует и формирует новое научное знание, постепенно совершенствуя научную картину окружающей действительности. Ядром научного творчества представляется моделирование, как средство его развития [61].

Использование научного потенциала, материально-технических и кадровых ресурсов университета позволяет осуществить педагогическое сопровождение проектной инженерной деятельности обучающихся. Приближенность процесса обучения школьников к научно-инженерной деятельности специалистов позволяет овладеть некоторыми способами будущей профессиональной деятельности. Потенциал проектной деятельности проявляется в случае наличия взаимосвязи тематики проектно-исследовательских работ школьников и направлений деятельности специалистов образовательной организации высшего образования [113].

Необходимо отметить, что организация научно-исследовательской деятельности школьников становится результативной при партнерстве образовательных организаций, если в данном процессе учитель принимает непосредственное участие. При этом школьный учитель должен быть заинтересованным в обучении учащихся; обладать творческим стилем работы; эрудированным и активным; проявлять самостоятельность; нести ответственность за результат; уметь развивать научный кругозор и познавательную активность школьников, создавать ситуацию успеха [138].

Таким образом, можно утверждать, что при правильной организации, научное партнерство общеобразовательной школы и образовательной организации высшего образования будет способствовать созданию условий для вовлечения обучающихся в научно-исследовательскую работу, позволяя

учащимся приобретать опыт работы в научно-технической сфере, а школам решить вопрос методического и педагогического сопровождения процесса формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования.

Принимая во внимание научный труд Л.В. Форкуновой [173], с учетом выше изложенного, необходимо дополнить подготовительный, практический и аналитический этапы процесса формирования основ инженерной компетенции сопутствующими организационными этапами научного партнерства общеобразовательной школы и образовательной организации высшего образования:

1. Мотивация обучающихся к занятию научно-исследовательской деятельностью. Организация основного общего образования организует внеурочную деятельность по инженерному направлению. Профессорско-преподавательский состав университета проводит презентации для учителей с целью знакомства с материально-технической базой учебного заведения, научными направлениями работы кафедр. На базе организации высшего образования для школьников организуются ознакомительные лекции, проводятся экскурсии по лабораториям для знакомства с передовыми разработками студентов и аспирантов.

2. Работа школьников над инженерными проектами в лаборатории университета. Профессорско-преподавательский состав выступают в роли наставника, помощника и научного руководителя проектной инженерной деятельностью обучающихся на базе лаборатории с учетом исходного уровня сформированности основ инженерной компетенции обучающихся. Научные сотрудники университета проводят для обучающихся установочные лекции по теоретической и практической частям проекта, мастер-классы по работе с различным инженерным оборудованием, определяют задания для самостоятельного решения, организуют круглые столы, помогают с научным обоснованием экспериментальной работы. Школьный учитель осуществляет педагогическое наблюдение за работой обучающихся.

3. Защита проекта. Организация общего образования организует участие школьников в научно-практической конференции на базе университета. Школьный

учитель определяет требования к полученным результатам и форме их представления, вид и содержание презентации полученных результатов, оказывает содействие в составление плана выступления. Преподаватели и студенты образовательной организации высшего образования организуют проведение заключительного мероприятия (конференция, выставка, научная ярмарка и т.п.), участвуют в дискуссиях, высказывают свое мнение, задают вопросы, представляют экспертную оценку инженерных проектов.

4. Обсуждение полученных результатов. Подведение итогов работы школьников в университете в рамках научного партнерства. Организация демонстрации полученного опыта инженерной деятельности обучающихся посредством публикаций в материалах конференции.

На рисунке 12 представлена общая схема взаимосвязи этапов процесса формирования основ инженерной компетенции с интеграцией организационных этапов научного партнерства общеобразовательной школы и образовательной организации высшего образования.



Рисунок 12 – Организационные этапы научного партнерства

Таким образом, организация научного партнерства общеобразовательной школы и образовательных организаций высшего образования является необходимым организационно-педагогическим условием процесса формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования. Повышается мотивация школьников, возрастает интерес к инженерной деятельности, приобретаются навыки работы в команде для получения положительного результата проектной деятельности, развивается понимание значимости совместной работы для создания конкретного продукта, происходит осознание профессиональной идентичности. Перед коллективом педагогов, научными сотрудниками и администраций образовательных организаций стоит важная задача качественной эффективной организации и профессионального педагогического взаимодействия.

ВЫВОДЫ ПО ПЕРВОЙ ГЛАВЕ

Актуальность проблемы формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования обусловлена социальным заказом общества на подготовку компетентных высококвалифицированных специалистов инженерного профиля, способных обеспечить повышение конкурентоспособности нашей страны на мировом рынке высоких технологий, а также ФГОС ООО, в котором в качестве одного из требований определяется формирование у обучающихся способности осознанному выбору индивидуальной траектории образования на базе профессиональных предпочтений. Подготовка молодого поколения к трудовой деятельности, создание образовательной среды, в которой начинающие инженеры учатся задумывать, проектировать, реализовывать и управлять техническими системами в рамках одного сплоченного коллектива, и, следовательно, формирование основ инженерной компетенции – стратегический вопрос развития государства, отвечающий задачам по развитию образования, поставленными президентом РФ В.В. Путиным.

В ходе исследования мы проанализировали педагогическую литературу и обосновали свою точку зрения толкования существующих базовых понятий: «компетентность», «компетенция», «инженерная деятельность обучающихся основного общего образования», «основы инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования». Определили место основ инженерной компетенции школьников в структуре ключевых образовательных компетенций.

Под инженерной деятельностью обучающихся в данной работе понимается организуемая учителем познавательная, научно-исследовательская и проектная деятельность школьников, направленная на решение элементарных инженерных задач по созданию материальных объектов.

Нами уточнено содержание и сущность понятия «*основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования*», которое мы трактуем как совокупность интегративных качеств личности школьников, которая проявляется в единстве личностно-мотивационного (положительное отношение к инженерной деятельности, устойчивый интерес к профессии инженера), когнитивного (совокупность фундаментальных и прикладных знаний в области инженерной деятельности для применения их в решении исследовательских и проблемных задач), коммуникативно-деятельностного (овладение обучающимися навыками и умениями вести проектную и научно-исследовательскую работу, применяя полученные инженерные знания; осознано выбирать технологические решения, соизмеряя свои возможности; находить инновационные способы решения элементарных инженерных задач; эффективно работать в команде), рефлексивно-оценочного (способность школьника к адекватной оценке своей инженерной деятельности и ее результатов) компонентов и обусловлена инженерной деятельностью через знания, умения и опыт творческого решения элементарных инженерных задач.

Также на основе проведенного теоретического анализа нами сформулировано собственное определение *формирования основ инженерной*

компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования, которое представляет собой целенаправленный процесс, осуществляемый в организации общего образования и детерминирующий развитие личностных качеств, приобретение знаний, умений и опыта для обоснования собственной позиции при решении элементарных инженерных задач и первичном профессиональном самоопределении.

В диссертационном исследовании нами разработана структурно-функциональная модель формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования на основе совокупности методологических подходов: системного (способствует изучению объекта в аспекте его внутренних и внешних свойств и связей), компетентностно-деятельностного (в нашем исследовании осуществляет теоретико-методологическую стратегию) и личностно-ориентированного (обеспечивает практико-ориентированную тактику исследования). В структуре разработанной модели выделены следующие блоки: мотивационно-целевой, теоретико-методологический, структурный, процессуальный, результативно-оценочный. Особенностью данной модели является ее практико-ориентированная направленность, обусловленная принципами целостности, структурированности, открытости системы, сознательности, творческой активности, профессиональной ориентированности обучения, полисубъектного взаимодействия, доверительного отношения, самореализации, индивидуальности.

На основе анализа отечественной и зарубежной педагогической литературы выделены следующие организационно-педагогические условия успешной реализации модели формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования: 1) применение метода Канбан как инструмента управления инженерными проектами обучающихся; 2) использование гибких методов для взаимодействия с внешними участниками инженерных проектов обучающихся; 3) организация научного партнерства общеобразовательной школы и образовательных организаций высшего образования.

ГЛАВА 2. ОПЫТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ РАБОТА ПО ФОРМИРОВАНИЮ ОСНОВ ИНЖЕНЕРНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ В СФЕРЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА ОБУЧАЮЩИХСЯ ОСНОВНОГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

2.1. Диагностика уровня сформированности основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования

Во второй главе нашего диссертационного исследования представлено поэтапное описание опытно-экспериментальной работы, которая обусловлена необходимостью подтверждения научной истинности выдвинутых нами теоретических предположений, апробацией модели формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования, проверкой комплекса организационно-педагогических условий ее успешной реализации.

В современной педагогике опытно-экспериментальной работе отводится большая роль. Так, по мнению Н.В. Седова [144], она обеспечивает исследование характера образующих связей между компонентами педагогического процесса, различными факторами и условиями, позволяет сравнить их эффективность, а также выявить в новых условиях особенности протекания образовательного процесса и степень влияния отдельных факторов на его эффективность.

Под опытно-экспериментальной работой принято понимать метод исследования преднамеренно изменяемого педагогического процесса для достижения образовательного результата, с последующей проверкой и оценкой. В основу любой опытно-экспериментальной работы, как правило, положен эксперимент, в котором с помощью активного вмешательства создается специально организованная исследовательская ситуация, которая детерминирует изменения в протекании того или иного процесса [18].

Опытно-экспериментальная работа проводилась в условиях образовательного процесса современной общеобразовательной организации и осуществлялась на одном и том же контингенте обучающихся.

Работу по организации опытно-экспериментальной работы мы строили исходя из следующих принципов [8]:

- принцип научности реализуется в закономерной связи с выбранным методологическим инструментарием исследования проблемы формирования основ инженерной компетенции обучающихся; предусматривает строгую реализацию эксперимента, подкрепление каждого факта научно-обоснованными практически апробированными методиками с фиксацией всех личностных изменений респондентов; данный принцип позволяет нам правильно анализировать и оценивать полученные данные;

- принцип результативности предполагает получение положительного результата, соответствующего целевой ориентации проводимой работы; данный принцип призван обеспечить корректное и грамотное планирование всех действий на каждом этапе эксперимента;

- принцип целостности предусматривает рассмотрение изучаемого явления как единого объекта, определения его места в педагогическом процессе; опираясь на данный принцип, мы определили отдельные этапы педагогического эксперимента.

В качестве *цели опытно-экспериментальной работы* нами выбрана апробация модели формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования под влиянием выявленного комплекса организационно-педагогических условий.

В рамках исследования согласно поставленной цели определен ряд *задач опытно-экспериментальной работы*:

- 1) подобрать диагностический инструментарий, выделить критерии и показатели для оценки уровня сформированности основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся; уточнить на основе применения элементов кластерного анализа количество уровней

сформированности основ инженерной компетенции обучающихся основного общего образования и сравнить с определенными уровнями (минимальный, достаточный, продвинутый);

2) апробировать разработанную модель основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования;

3) проверить влияние выделенного комплекса организационно-педагогических условий на успешность реализации модели формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования;

4) обобщить полученные результаты методами математической статистики, сформулировать выводы.

Опытно-экспериментальная работа осуществлялась в три взаимосвязанных этапа (констатирующий, формирующий, обобщающий).

Целью первого этапа (*констатирующий*) (2017-2018 гг.) являлась исследование исходного состояния уровня сформированности основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования. На данном этапе разрабатывалась модель формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся, был выявлен комплекс организационно-педагогических условий ее успешной реализации. Кроме того, нами определены и подобраны методы диагностики, критерии и показатели уровня сформированности основ инженерной компетенции обучающихся основного общего образования. Проведено начальное диагностическое исследование по определению уровня сформированности основ инженерной компетенции обучающихся. На основе элементов кластерного анализа осуществлено деление выборки по уровням исходного состояния сформированности основ инженерной компетенции обучающихся (на начало исследования). По результатам констатирующего этапа опытно-экспериментальной работы было определено направление формирующего этапа.

Формирующий этап (2018-2020 гг.) был направлен на апробацию разработанной модели, решение задач, связанных с реализацией выявленных организационно-педагогических условий, на проверку их влияния на успешность реализации модели формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования. При этом учитывались структура и содержание инженерной деятельности обучающихся, возрастные особенности подростков. На данном этапе проводилось итоговое диагностическое исследование по определению уровня сформированности основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования.

На третьем этапе (*обобщающий*) (2020-2022 гг.) была проведена обработка полученных экспериментальных данных с помощью теоретического анализа и методов математической статистики. На основании полученных результатов оценивалось влияние комплекса организационно-педагогических условий на успешность реализации модели формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования, подготовлено обоснование теоретических выводов.

Опытно-экспериментальная работа проводилась с использованием теоретических (анализ, обобщение, сравнение, сопоставление, систематизация, моделирование) и эмпирических (педагогическое наблюдение, тестирование, экспертная оценка) методов, а также дополнительных методов математической и статистической обработки данных (корреляционный, факторный, кластерный анализ, ранжирование и др.).

Во время *констатирующего этапа* для оценки уровня сформированности основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования изначально необходимо было выделить соответствующие критерии и показатели, осуществить подбор диагностических методик. Решение задачи определения критериев и показателей является важным при оценке влияния комплекса организационно-педагогических условий на успешность реализации структурно-функциональной модели

формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования, так как позволяет грамотно использовать математический и статистический аппарат для анализа полученных результатов. В качестве критериев сформированности основ инженерной компетенции обучающихся выступили ее компоненты.

В педагогической литературе критерий представляется как «средство, при помощи которого измеряются уровни, степени проявления того или иного явления» [85]. Критерии определяются на основании исследуемой проблемы в определенной области знаний, исходя из анализа и обобщения существующего опыта педагогической деятельности. Для нашей работы представляет интерес диссертационное исследование Г.Ф. Ибрагимовой [54], в котором автор обосновывает подходы к определению критериев: они должны отражать основные закономерности процесса развития личности; обеспечивать взаимосвязь всех компонентов исследуемого процесса; содержать доступные для понимания всеми участниками педагогического процесса принятия решения.

Степень проявления критериев выражается в конкретных измерителях – показателях. Показатель определяется как количественная или качественная характеристика, на основании которой возможно описать свойство или представить оценку деятельности с целью прослеживания ее эффективности; показатель является измерителем критерия; через показатель представляется возможным оценить степень большего или меньшего проявления исследуемого критерия. Для простоты процедуры оценивания уровня сформированности основ инженерной компетенции обучающихся число показателей сводится к минимуму, выбираются простые, конкретные и доступные для измерения, но в то же время и наиболее информативные, отражающие все значимые стороны исследуемого предмета [88].

Критерии сформированности основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся (личностно-мотивационный, коммуникативно-деятельностный, когнитивный, рефлексивно-оценочный) можно охарактеризовать несколькими показателями. При их определении мы опирались

на общепринятое понимание компетенции как научной категории и на исследования И.Д. Белоновской [9].

При выборе показателей для каждого критерия и соответствующих диагностических методик оценки уровня сформированности основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся нами учитывалось то обстоятельство, что учащиеся основного общего образования не имеют практического опыта инженерной деятельности и применения знаний при решении элементарных инженерных задач.

В таблице 5 представлен комплекс взаимодополняющих методов и методик, позволяющий оценить уровень сформированности основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования.

Таблица 5 – Критерии, показатели, методы и методики диагностики уровня сформированности основ инженерной компетенции

Критерии	Показатели	Метод или методика диагностики
Личностно-мотивационный	Проявляет интерес к будущей профессии; испытывает потребность в знаниях, умениях и навыках для эффективной организации будущей профессиональной деятельности; испытывает потребность в самореализации и самоутверждении; дисциплинирован и ответственен; нацелен на личностный рост и овладение новыми навыками в будущей профессиональной деятельности	подростковый 14-факторный личностный опросник Кеттелла
	Самостоятельность мышления, уверенность в себе, направленность на успех в работе, способность к самореализации, желание продуктивной работы, проявление воли и целеустремленности; понимание степени ответственности за принятые решения	тест Т. Элерса «Мотивация к успеху»; тест Дж. Роттера
Коммуникативно-деятельностный	Способность находить инновационные способы решения проблемных элементарных инженерных задач, опираясь на общий уровень развития науки и техники; способность осознано выбирать технологические решения; способность нестандартно решать элементарные инженерные задачи, выполнять преобразования разрабатываемого объекта	наблюдение, беседа, метод экспертных оценок, собеседование с научным консультантом

	Владение навыками эффективной работы в команде, способность обосновать и отстаивать свою точку зрения, организовать работу других участников инженерной деятельности, готовность и умение сотрудничать в рабочей группе, с наставниками, с консультантами	тест «Коммуникативные и организаторские склонности» В.В. Синявского, В.А. Федоришина
Когнитивный	Овладение первоначальными фундаментальными и прикладными знаниями в области инженерии для применения их в решении элементарных задач профессиональной направленности; знание основных способов поиска, классификации и обработки информации; теоретические знания о выполнении инженерной деятельности; умения спрогнозировать последствия инженерных преобразований	тест «Способность к прогнозированию» Л.А. Регуш
	Знания и способности, необходимые для проведения научных исследований и проектных разработок; умение решать нестандартные задачи; способность к актуализации для нахождения правильного ответа и (или) представления альтернативного решения	тест Беннета на механическую понятливость
Рефлексивно-оценочный	Способность обучающихся к адекватной оценке инженерной деятельности (своей и сверстников), ее результатов и к выявлению способов и путей саморазвития, умение выявлять причины затруднений при выполнении инженерной проектной деятельности	тест «Экспресс диагностика уровня самооценки личности» (Н.П. Фетискин, В.В. Козлов и др.)
	Способность к самоконтролю, осмыслению собственной значимости в группе, самоанализу решения задач на основе полученных знаний	методика диагностики рефлексивности (А.В. Карпов)

Представим описание некоторых методик диагностики более подробно.

Так, для диагностики личностной составляющей основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся использовался 14-факторный опросник личности Р. Кеттелла. Опросник Р. Кеттелла основывается на исследовании личностных качеств индивида по содержательным факторам, которые имеют условное название и предполагают прямолинейную зависимость с чертами личности. Факторы отражают вероятностную модель психологических качеств личности каждого респондента, по которой возможно сделать прогноз поведения в определенных жизненных

ситуациях. В нашем исследовании был использован 14-факторный опросник Р. Кеттела, который адаптирован для подростков 12-18 лет. Опросник включает 142 вопроса, на каждый из которых предоставляется выбор из трех вариантов ответа. По каждому фактору баллы суммируются и сравниваются с нормативными данными по таблице, относительно этих данных результат интерпретируется как низкая или высокая оценка. Использовались шкалы: G – степень принятия моральных норм «низкая нормативность - высокая нормативность» (ответственность); E – степень доминантности личности «конформность-доминантность» (самостоятельность); H – степень активности в социальных контактах «застенчивость - авантюризм» (уверенность в себе). Для прохождения опросника подростку отводится 30-40 минут [115].

Фактор G отражает то, как учащийся соблюдает моральные требования и выполняет нормы поведения, обозначенные старшим поколением. Значения близкие к нулю характерны для подростков, которые не проявляют интерес к выполнению обязанностей, безответственные, у них отмечается непостоянство и отсутствие стойкой мотивации к инженерной деятельности. Положительные значения характерны для подростков заинтересованных выполнением порученного дела, они ответственные и обязательные, целеустремленные и аккуратные. Такие подростки добиваются успеха в своей работе, требующей от них постоянной концентрации и выдержки.

Положительная оценка по фактору E свидетельствует о большом желании подростка иметь доминантность в коллективе. Такие личности стремятся к самоутверждению, самостоятельности и независимости. Они думают о своем превосходстве при выполнении дела, отстаивают свою точку зрения, действуют смело и энергично. Отрицательные оценки характерны для скромных детей, которые руководствуются мнением окружающих и не способны отстаивать свою позицию, такие подростки пассивные и неуверенные в собственных силах.

Так, высокие оценки фактора H наблюдаются у подростков непринужденных и смелых в общении со сверстниками и взрослыми, решительных в своих действиях, способных быстро ориентироваться в

нестандартных ситуациях, нацеленных на успех, не испытывающих дискомфорта при публичных выступлениях. В свою очередь, низкие оценки фактора Н характерны для робких и застенчивых подростков с ограниченными интересами. Таким образом, учащиеся с высокими показателями по выделенным шкалам обладают значительным потенциалом личностного роста в будущей профессиональной деятельности.

Для диагностики уровня мотивации к успеху был использован тест Т. Элерса, который построен на положении о том, что индивиды с преобладающей мотивацией к успеху склонны к среднему и низкому уровню риска, тогда как при высокой мотивации человек обладает повышенной работоспособностью и стремится к достижению высокого результата деятельности. В рамках данной методики учащимся предлагалось 41 утверждение, с которыми можно согласиться или не согласиться. Таким образом, чем больше сумма набранных баллов респондентами, тем выше мотивация на успех [106].

С целью понимания способностей обучающихся осуществлять анализ и контролировать свое поведение в производственной сфере был проведен тест Дж. Роттера для определения уровня субъективного контроля (в адаптации Е.Ф. Бажиным, С.А. Голькиной, А.М. Эткиндоном), состоящий из 44 утверждений. Испытуемые подразделяются на два типа: интернальный и экстернальный. Интерналы характеризуются высоким уровнем самоконтроля, уверены в себе, убеждены, что их неудачи зависят от собственной компетентности, целеустремленности и уровня способностей. Экстерналы же отличаются повышенной тревожностью, перекладыванием ответственности на других и убежденности в вине окружающих в их неудачах [131]. Для нашего исследования представляет интерес интерпретация по отдельной шкале «интернальности в области производственных отношений», по которой можно определить считает ли учащийся, что его действия важны при организации инженерной деятельности, или, наоборот, склонен придавать большее значение помощи учителя или действиям одноклассников.

В нашем исследовании также был использован метод экспертных оценок, который основан на раскрытии общественного мнения о субъектах, суждениях квалифицированных специалистов, обладающих практическим опытом и теоретическими знаниями в исследуемой области [180]. Эксперты привлекаются для объективной оценки успешности процесса формирования основ инженерной компетенции обучающихся на основе определенных критериев, что предоставляет возможность исключить субъективную интерпретацию полученных экспериментальных данных.

Уровень сформированности коммуникативно-деятельностного компонента был диагностирован с помощью теста «Коммуникативные и организаторские склонности» (КОС-2) В.В. Синявского, В.А. Федоришина [30], который позволяет выявить уровень развития коммуникативной сферы личности обучающихся, управленческих способностей, их инициативность в общении, навыков быстрой ориентации в новых условиях, потребности в общении. Тест-карта включает 40 вопросов, 20 из которых направлены на изучение коммуникативных склонностей, а 20 - на изучение организаторских склонностей. Методика КОС-2 основана на принципе самооценки индивидом особенностей своего поведения в ситуациях, знакомых по его жизненному опыту.

Отметим что, коммуникативные и организаторские способности являются основополагающими в профессии инженера, который должен уметь управлять собственным поведением в межличностных отношениях, лаконично и точно объяснять технические и конструкторские решения проблем и задач, организовать и направить деятельность коллег и подчиненных. У современных подростков «поколения Z» отсутствуют навыки работы в команде, им проще общаться по сети Интернет с человеком в другом городе или стране, чем с одноклассником за одной партой. Соответственно, в данном возрасте целесообразно формирование продвинутого уровня сформированности коммуникативного компонента основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся.

Когнитивный компонент оценивался по позициям теста механической понятливости Беннета, который направлен на выявление уровня развития

технического мышления, которое для инженеров является профессионально важным. Диагностика общей технической грамотности подростка позволяет оценить определяющие его способности к пониманию основных физических, геометрических законов и принципов мехатроники, конструирования технических систем или объектов. Тест состоит из 70 заданий (представленных преимущественно в виде рисунков) на определение логики работы технических объектов и применение данных закономерностей в завершении цепочки рассуждений о работе технического устройства или механизмов. Суммарный тестовый балл сопоставляется с психодиагностической оценочной шкалой [86].

Тест «Способность к прогнозированию» Л.А. Регуш [132] предполагает выявление уровня прогностических и проективных умений, способности устанавливать причинно-следственные связи, выдвигать гипотезы, личностных качеств: аналитичность, глубина, осознанность, гибкость, перспективность, доказательность предположений. Данный опросник содержит 20 пар утверждений, интегральным показателем является уровень способности к прогнозированию.

Оценить способность обучающихся при осуществлении самоанализа при решении инженерных задач (рефлексивно-оценочный компонент) позволяет опросник А.В. Карпова (тест на рефлексю) [63]. Данная методика направлена, прежде всего, на распознавание уровней деятельностной рефлексии. Опросник состоит из 27 утверждений, каждый из которых оценивается по 7-бальной шкале, затем результат инвертируется и переводится в 10-ти бальную шкалу – стеньги, которые разделяются на три уровня – от 7 до 10, от 4 до 7 и от 0 до 4. Далее испытуемый характеризуется по уровню развития рефлексивных процессов. Также использовалась методика «Экспресс диагностика уровня самооценки личности» (Н.П. Фетискин, В.В. Козлов, Г.М. Мануйлов) [170]. Учащимся предлагается ответить на 32 вопроса по шкале: очень часто, часто, иногда, никогда. В результате подсчета баллов выявляется уровень самооценки: завышенный, средний и заниженный.

Таким образом, представленный выше перечень диагностик направлен на выявление и оценку уровня сформированности основ инженерной компетенции в

сфере научно-технического творчества обучающихся. На основании определенных нами показателей и критериев необходимо провести разграничение уровней сформированности основ инженерной компетенции.

Анализ теоретических разработок показывает, что ученые расходятся во мнениях при классификации уровней сформированности компетенций. В основу определения количества уровней сформированности основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся нами было положено исследование А.В. Попова [122]. Были выявлены три уровня сформированности основ инженерной компетенции – минимальный, достаточный, продвинутый. При этом мы руководствовались требованиями, описанными В.А. Беликовым [10]: каждый уровень должен оказывать взаимное воздействие на предшествующий и последующий уровни, характеризоваться значимыми изменениями предыдущего уровня.

Охарактеризуем уровни более подробно.

Минимальный уровень – обучающиеся индифферентно относятся к профессиональной деятельности инженера; занимают позицию «вынужденного лидера»; обладают необходимым минимумом знаний для решения репродуктивных элементарных инженерных задач; при решении проблемных задач не предлагают оригинальные идеи, не проявляют готовности к сотрудничеству; затрудняются выявить причины собственных ошибок, обладают завышенной самооценкой; не осознают собственную значимость в коллективе.

Достаточный уровень – обучающиеся проявляет ситуативный интерес к профессиональной деятельности инженера; испытывают потребность в личностном росте и самоутверждении; владеют большей частью необходимого минимума знаний для решения элементарных инженерных задач; наблюдается способность применения полученных знаний только в аналогичных ситуациях; проявляют навыки сотрудничества, устанавливают коммуникативные связи; проводят самоанализ полученных результатов по установленному алгоритму.

Продвинутый уровень – обучающиеся проявляют устойчивый интерес к профессиональной деятельности инженера; стабильно решают нестандартные

элементарные инженерные задачи, применяют новые способы для создания конечного продукта; умеют обосновать свою точку зрения; устанавливают эффективное взаимодействие с другими участниками деятельности; проводят самоанализ полученных результатов с различных точек зрения, грамотно и объективно определяют причины собственных ошибок.

В таблице 6 представлено описание характеристик уровней сформированности основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования по каждому критерию.

Таблица 6 – Характеристика уровней сформированности основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования

Критерий	Уровни сформированности	Характеристика уровней
Личностно-мотивационный	Минимальный	Обучающийся индифферентно относится к профессиональной деятельности инженера, в редких случаях испытывает потребность в получении новых знаний, в полной мере не осознает важность техники и технологий для развития материально-производственной, бытовой и духовной сфер общества, занимает позицию «вынужденного лидера», не решительный в своих действиях, не ориентирован на достижение значимых результатов, робок и застенчив, не самостоятелен в принятии решений, не сдерживаемый сознанием ответственности
	Достаточный	Обучающийся проявляет ситуативный интерес к профессиональной деятельности инженера, в основном испытывает потребность в совершенствовании имеющихся знаний, не в полной мере осознает важность техники и технологий для развития материально-производственной, бытовой и духовной сфер общества, неустойчивое проявление инициативы, в нестандартных ситуациях требуется помощь, преимущественно испытывает потребность в личностном росте и самоутверждении

	Продвинутый	Обучающийся проявляет устойчивый интерес к профессиональной деятельности инженера, осознает необходимость в совершенствовании имеющихся знаний, понимает и осознает важность техники и технологий для развития материально-производственной, бытовой и духовной сфер общества, проявляет инициативу и ответственность при решении элементарных инженерных задач, проявление самостоятельности в инженерной деятельности (без стимуляции извне), преобладает потребность в личностном росте и самоутверждении, нацелен на успех
Коммуникативно-деятельностный	Минимальный	Обучающийся умеет применять знания только для решения репродуктивных задач, выполнение инженерных задач вызывает затруднение, не способен аккумулировать общетехнологическое решение, при решении проблемных задач попадает из одной крайности в другую, не предлагает оригинальные идеи, не проявляет готовности к сотрудничеству и не умеет работать в команде
	Достаточный	Обучающийся умеет применять знания для решения продуктивных задач, преимущественно выполняет инженерные задачи с посторонней помощью, способен объяснить техническое и конструктивное решение, решение проблемных задач вызывает затруднение, готовность нахождения решения в нестандартных ситуациях, проявляет навыки сотрудничества, устанавливает коммуникативные связи с участниками инженерной деятельности, не всегда может отстоять свою точку зрения
	Продвинутый	Обучающийся умеет применять знания для решения проблемно-поисковых задач, полностью выполняет элементарные инженерные задачи без посторонней помощи, грамотно и доступно объясняет техническое и конструктивное решение, способен оптимизировать решение проблемной задачи, активное использование инновационных решений в новых ситуациях, устанавливает эффективное взаимодействие с другими участниками деятельности, умеет обосновать свою точку зрения, организовать деятельность других участников

Когнитивный	Минимальный	Обучающийся испытывает затруднения в процессе решения элементарных инженерных задач из-за малого объема полученных знаний, обладает отдельными начальными знаниями фундаментальных общетехнических (физических) законов, имеет фрагментарные знания о поиске, классификации и обработки информации, оформления технической документации, недостаточно владеет теоретическими знаниями, необходимыми для проведения элементарных научных исследований и проектных разработок, не способен сформулировать проблему, выдвинуть гипотезу, спрогнозировать проектное решение, не обладает понятийным аппаратом элементарной инженерной деятельности
	Достаточный	Обучающийся стабильно решает элементарные прикладные инженерные задачи, используя ограниченный набор знаний, демонстрирует знания отдельных основных физических законов, не в полной мере обладает знаниями о поиске, классификации и обработки информации, оформления технической документации, владеет большей частью необходимого минимума теоретических знаний, необходимых для проведения элементарных научных исследований и проектных разработок, не способен сформулировать проблему в целом, выдвинуть гипотезу без посторонней помощи, достаточно полно спрогнозировать проектное решение, не достаточно владеет понятийным аппаратом элементарные инженерной деятельности
	Продвинутый	Обучающийся стабильно решает нестандартные прикладные элементарные инженерные задачи, применяя полученные знания, свободно владеет знаниями основных фундаментальных общетехнических (физических) законов, демонстрирует знания о поиске, классификации и обработки информации, оформления технической документации, широкий кругозор, обладает в полном объеме начальными знаниями, необходимыми для проведения элементарных научных исследований и проектных разработок, способен проанализировать и определить проблему, быстро выдвигает гипотезу, самостоятельно и верно осуществляет прогноз проектного решения; применяет новые способы для создания конечного продукта

Рефлексивно-оценочный	Минимальный	Обучающийся проводит фрагментарный самоанализ, затрудняется выявить причины собственных ошибок, обладает завышенной самооценкой, не осознает собственную значимость в коллективе
	Достаточный	Обучающийся проводит самоанализ полученных результатов по установленному алгоритму, выражена готовность к определению причины собственных ошибок, в основном адекватно оценивает свою деятельность и полученные результаты, в большей степени понимает собственную значимость в коллективе
	Продвинутый	Обучающийся проводит самоанализ полученных результатов с различных точек зрения, грамотно и объективно определяет причины собственных ошибок, адекватно оценивает, анализирует свою деятельность и полученные результаты, определяет пути дальнейшего саморазвития, оценивает деятельность одноклассников, определяет свою роль в командной работе

Для большей достоверности, любой полученный результат в ходе опытно-экспериментальной работы в обязательном порядке должен быть подкреплён количественным анализом. Для получения наиболее полной и достоверной информации об исследуемом процессе мы использовали методы математической статистики: U-критерий Манна-Уитни и T-критерий Вилкоксона.

Критерий Манна-Уитни используется для оценки различий между двумя выборками и позволяет определить зону совпадающих значений между двумя ранжированными рядами, чем меньше область совпавших значений, тем более вероятно, что различия достоверны [147].

Формулируем гипотезы:

H_0 : результаты в контрольной группе значимо не отличаются от результата в экспериментальной группе.

H_1 : результаты в контрольной группе значимо отличаются от результата в экспериментальной группе.

Подсчет U-критерия Манна-Уитни производится в следующем порядке:

- 1) Расположить все числовые значения сравниваемых выборок в порядке возрастания, не учитывая принадлежность значения к той или иной выборке.

- 2) Проранжировать все значения общего ряда от 1 до N (где N – общее количество значений в двух выборках).
- 3) Произвести подсчет суммы рангов отдельно для каждой выборки. Определить большую из двух сумм.
- 4) Вычислить значение величины U по формуле:

$$U_{эмп} = (n_1 \cdot n_2) + \frac{n_x(n_x + 1)}{2} - T_x, \quad (1)$$

где n_1 – количество значений в первой выборке, n_2 – количество значений во второй выборке, n_x – количество значений выборке с большей ранговой суммой, T_x – большая ранговая сумма.

- 5) Значение U-критерия, которое было вычислено необходимо сравнить с табличным $U_{кр}$. Если $U_{эмп} > U_{кр}$, то принимается гипотеза H_0 , делается вывод о недостоверности различий в выборках. Если $U_{эмп} < U_{кр}$, то принимается гипотеза H_1 , различия между результатами двух выборок считаются достоверными.

Непараметрический T-критерий Вилкоксона предназначенного для зависимых выборок. В нашем исследовании данный критерий позволяет сопоставить результаты измерения уровней сформированности компонентов основ инженерной компетенции у обучающихся из экспериментальной группы в начале эксперимента и в конце (в разных условиях на одной и той же выборке испытуемых). Применение данного критерия направлено на получение объективной оценки значимости различий между уровнями сформированности компонентов компетенции, а также позволяет установить не только направленность изменений, но и их интенсивность.

Гипотезы формулируются так:

H_0 : уровень сформированности компонента основ инженерной компетенции в конце эксперимента не превосходит уровень сформированности компонента основ инженерной компетенции в начале.

H_1 : уровень сформированности компонента основ инженерной компетенции в конце эксперимента превосходит уровень сформированности компонента основ инженерной компетенции в начале и присутствует тенденция к сохранению на прежнем уровне.

Выбранные нами статистические критерии являются непараметрическими, что позволяет не проводить предварительные вычисления и не рассматривать параметры вероятностного распределения, следовательно, их применение позволяет безошибочно судить о результатах опытно-экспериментальной работы, предоставляет возможность проводить анализ и делать качественный вывод. U-критерий Манна-Уитни использовался нами для определения достоверности различий в значениях уровней сформированности компонентов основ инженерной компетенции в контрольной и экспериментальной группах на констатирующем и обобщающем этапах эксперимента, тогда как T-критерий Вилкоксона – для оценки успешности проведенной работы в экспериментальной группе.

Количественная оценка общего уровня сформированности основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся осуществлялась с помощью методов многомерного статистического анализа, что позволило выделить из множества рассматриваемых показателей критериев наиболее информативные и уменьшить количество пространства показателей. Использование дискриминантного анализа было направлено на получение функций классификации для идентификации всех обучающихся по общему уровню сформированности основ инженерной компетенции.

Все вышеизложенное в данном параграфе определяет систему опытно-экспериментальной работы по исследуемой проблеме. Далее опишем поэтапный процесс реализации модели формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования.

2.2. Опыт реализации модели формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования

Цель формирующего этапа опытно-экспериментальной работы состояла в том, чтобы апробировать разработанную модель формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования на фоне выделенного комплекса организационно-педагогических условий.

В опытно-экспериментальной работе приняли участие обучающиеся 7-х классов. Выбор данной возрастной группы обусловлен тем, что к данному этапу основного общего образования должны быть сформированы навыки и умения основ проектной деятельности. Так в 5-6-х классах школьники стремятся создать что-то новое своими руками, конструируют роботов по описанным в инструкциях схемам и чертежам, собирают элементарные электрические цепи, приводят в движение различные механические устройства, моделируют примитивные объекты в трехмерных графических компьютерных программах. В процессе работы приобретают рефлексивные умения, с помощью наводящих вопросов учителя делают вывод о полученных новых знаниях. Знания учащиеся получают от учителя или из методических материалов, используют их в качестве средства решения задач прикладного характера. В 7-8-х классах обучающиеся с приобретением новых знаний и навыков могут разрабатывать собственные алгоритмы работы над проектом, предлагать варианты поиска инновационного решения задач, учитель выступает в роли консультанта, помощника, организатора. Школьники находят самостоятельно информацию в учебных пособиях, сети Интернет, работают с литературой, сопоставляют полученные результаты с тем, что дано и тем, что получено, обозначают сходства и различия, указывая причины расхождения. Опираясь на полученный ранее опыт, в 9-м классе обучающиеся будут способны выполнить проект самостоятельно при фальсифицирующей роли учителя: сформулировать задачи, проанализировать

проблемную ситуацию, разработать полностью уникальный продукт, реализовать решение проектной задачи в указанные сроки [190].

На базе ОГБОУ «Гимназия № 1 имени В.И. Ленина» города Ульяновска была организована экспериментальная группа (ЭГ), которая охватывала 46 обучающихся, а также контрольная группа (КГ), состоящая из 45 учащихся. В ЭГ была реализована модель и комплекс организационно-педагогических условий: применение метода Канбан как инструмента управления инженерными проектами обучающихся; использование гибких методов для взаимодействия с внешними участниками инженерных проектов обучающихся; организация научного партнерства общеобразовательной школы и образовательных организаций высшего образования. В КГ специальной работы по формированию основ инженерной компетенции не проводилось, компетенция формировалась на основе частичной реализации модели в естественных условиях учебно-воспитательного процесса гимназии на основе рабочих программ по внеурочной деятельности, в соответствии с ФГОС ООО.

Реализация структурно-функциональной модели формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования осуществлялась в три последовательных этапа: подготовительный (ознакомление обучающихся с основами теоретической и практической базы инженерного образования); практический (обучающиеся приобретают опыт творческого овладения инженерной деятельностью, работа над инженерным проектом с применением гибких методов); аналитический (рефлексия, контроль и корректировка инженерной деятельности обучающихся). Каждый этап имеет специфическую характеристику и отражает переход состояния развития уровня основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся от минимального к продвинутому.

Раскрывая *подготовительный этап формирования основ инженерной компетенции*, укажем, что на нем основное внимание уделялось решению нами следующий задач: выявление уровня мотивации обучающихся к инженерной деятельности, стимулирование потребности в саморазвитии; активизация

деятельности обучающихся для приобретения опыта творческого овладения инженерной деятельностью и стремления к получению новой информации инженерного содержания; актуализация процесса взаимодействия учащегося с другими участниками практической работы, приобретения навыка коллективного творчества.

Контрольная группа проходила обучение в рамках внеурочной деятельности по рабочей Программе Д.Г. Копосова «Робототехника. Конструктор Spike. 5-8 классы» [69] в образовательном пространстве гимназии. Написание проектных работ происходило традиционно, под руководством учителей гимназии, самостоятельно. Для создания одинаковых условий дидактической подготовки, за исключением гипотетически намеченных путей совершенствования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся было уравнено количество учебных часов, отводимых на занятия; продолжительность обучения; условия диагностики уровня сформированности основ инженерной компетенции.

Для участников экспериментальной группы были организованы занятия по внеурочной деятельности в рамках инженерного кружка, целью которого являлась организация инженерной деятельности в сфере научно-технического творчества обучающихся во внеурочное время. Задачами организации инженерного кружка являются: систематизация знаний, мотивация на занятие инженерной деятельностью; развитие научно-инженерного и творческого потенциала личности школьника, навыков решения элементарных инженерных задач и работы в команде, способностей к адекватной оценки своей инженерной деятельности и ее результатов, к самоконтролю и самоанализу.

Занятия инженерного кружка проводились по разработанной нами авторской Программе внеурочной деятельности обучающихся «Мир науки и инженерного дела», которая рассчитана на обучение школьников 7-х классов. В основу программы положены идеи модульного подхода, в рамках которого модуль является элементарной единицей модульной образовательной программы.

Программа содержала два модуля: 1) Мир инженерного дела (см. приложение А); 2) Инженер будущего (см. приложение Б). Каждый учебный модуль представляет собой законченный раздел, предусматривающий контроль его освоения обучающимися.

Программа по внеурочной деятельности обучающихся «Мир науки и инженерного дела» выступает средством организации инженерной деятельности обучающихся, последовательность модулей программы определены логикой формирования основ инженерной компетенции и ее структурными компонентами. Дидактическая схема модулей представлена на рисунке 13.

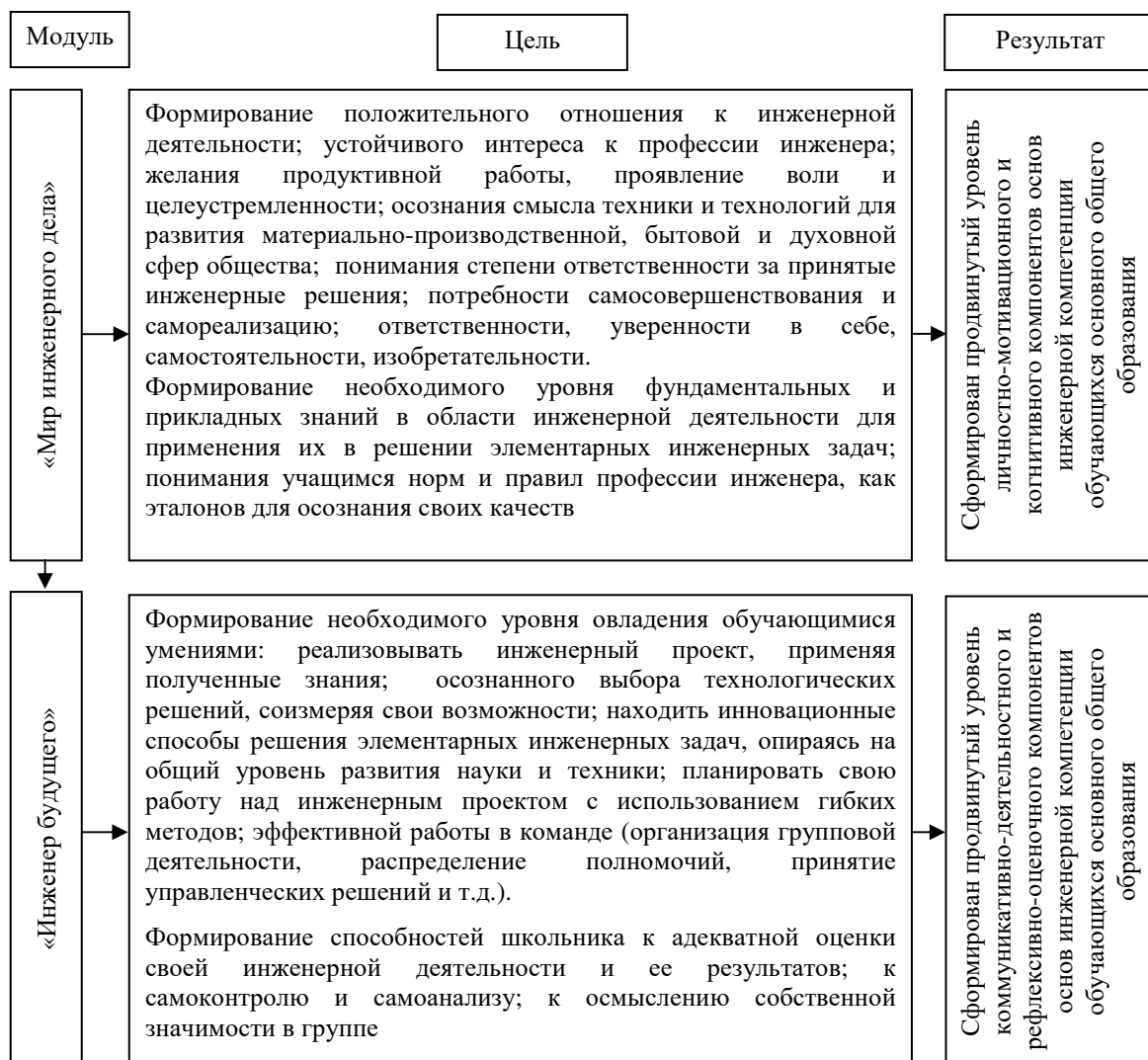


Рисунок 13 – Дидактическая схема модулей

В рамках первого *подготовительного этапа* формирования основ инженерной компетенции обучающихся реализован учебный модуль «Мир

инженерного дела» (рассчитанный на 32 часа), который включает в себя комплекс ознакомительных, постановочных и рефлексивных занятий, ориентирован на знакомство обучающихся с основами решения элементарных инженерных задач. Первый модуль предназначен для формирования у обучающихся продвинутого уровня сформированности личностно-мотивационного и когнитивного компонентов основ инженерной компетенции.

Теоретический материал содержит следующую информацию: о развитии инженерии в нашей стране и мире, становлении инженерного дела; о принципах решения элементарных инженерных задач: проблемных; социальных; парадоксальных; исследовательских; об использовании гибких методов и метода Канбан в работе над инженерным проектом; научные знания о структуре, физических и геометрических свойствах окружающих объектов; о роли науки в решении жизненно важных проблем и в работе инженера; методах научного познания.

На теоретических занятиях используются различные формы обучения: фронтальная, групповая и индивидуальная работа. Учитывая возрастные особенности обучающихся, информация представляется в виде демонстраций мультимедийных презентаций, познавательных фильмов с последующим обсуждением в группах.

Важное значение имеет организация экскурсий в высшее учебное заведение, где школьники могут познакомиться с передовыми технологиями в области инженерии (учебный центр «MitsubishiElectric», региональный технологический центр промышленного Интернета в машиностроении, кафедра «Промышленное и гражданское строительство», кафедра «Архитектурно-строительного проектирования» и т.д.). Для ребят информация представлена в наглядной форме с демонстрацией функциональных возможностей и принципов работы технологического и инженерного оборудования, все это сопровождается пояснениями квалифицированных преподавателей университета.

На занятиях школьники работают над решением элементарных инженерных задач: проблемные (проектирование объекта, с помощью которого можно решить проблему в инфраструктурной ситуации по описанному условию; моделирование

прототипа данного объекта с выделением принципов его работы в различных условиях с обоснованием научного подхода; описание плана работы по применению устройств по производству прототипа); социальные (изобретение инновационного устройства, которое способно изменить общественную жизнь к лучшему; описание его функционирования и отличий от традиционных технических систем); парадоксальные (разработка и проектирование будущего изобретения, в реальности до сих пор не существующего, но необходимого обществу; обоснование возможности применения в реальной жизни); исследовательские (создание прототипа реальной технической системы с целью исследования путей ее модернизации).

На данном этапе в рамках стратегии реализации первого организационно-педагогического условия (применение метода Канбан как инструмента управления инженерными проектами обучающихся) проводились мероприятия, направленные на перевод обучающихся в позицию активных субъектов: соревнования, презентация инновационных решений элементарных инженерных задач. Активно применялись способы и методы первичного обучения школьников работы с Канбан-доской: визуализация работы как эффективный способ командного сотрудничества (открытость и прозрачность); использование ограниченного набора ресурсов для концентрации на решении конкретной текущей задачи (непрерывный поток работы); распределение рабочего процесса равномерно по всем этапам (предсказуемость решения на каждом этапе работы); внедрение обратной связи со всеми участниками работы (согласованность изменений).

Отметим, что для правильного восприятия учащимися постановки инженерных задач необходим особый тип продуктивного мышления, основанный на оперировании мыслительными действиями и переходу от нового знания к описанию проектируемого объекта. Такое мышление, к сожалению, присуще изначально не всем школьникам и формируется при обучении решению творческих задач. Канбан-доска способствует лучшему пониманию всей логики последовательности работы над решением элементарных инженерных задач,

позволяет формировать основу проектного мышления для лучшего, более полного анализа, изучения и реализации задуманного в инженерной деятельности.

Важно, что применение метода Канбан в образовательном процессе школы позволило обучающимся познакомиться с принципом «вытягивания», понять технологию изнутри. Принцип «вытягивания» при управлении проектами (или решений задач) характеризуется началом нового этапа (предшествующий) только после завершения начатого этапа (следующий), тогда как в классической системе управления проектами реализуется принцип «выталкивания» – начало нового этапа только после завершения предыдущего. Обучающиеся меняют подход к пониманию проектирования и учатся принципу «Перестать начинать, начать заканчивать» (завершение решения текущей задачи более важно, чем выполнение новой).

Значимой составляющей процесса формирования основ инженерной компетенции на данном этапе являлось применение на занятиях коллективно-групповых форм обучения. Ставится к выполнению общая инженерная задача, определяется конечный результат, происходит распределение ролей между обучающимися с дальнейшим выполнением совместных действий для достижения поставленной цели.

В полной мере, метод Канбан необходимо рассматривать как образовательный инструмент, который может использоваться для лучшего понимания подростками всех этапов проектной инженерной работы или решения инженерных задач. Канбан-доска может быть представлена как в физическом, так и в электронном видах. В первом случае в качестве доски можно использовать лист бумаги большого размера с начерченными столбцами, куда прикрепляются стикеры на клеящей основе, которые можно перемещать по соответствующим этапам работы. В электронном формате существует много разнообразных программных комплексов реализующих метод Канбан, однако большинство из них либо платные, либо имеют достаточно сложный интерфейс, что существенно затрудняет процесс обучения.

С учетом возрастных особенностей обучающихся основного общего образования, дополнительно для организации инженерной деятельности была выбрана программа Трелло, отличающаяся простотой в использовании и свободным доступом. Так, программный комплекс Трелло позволяет визуализировать прогресс работы над проектом (или решения задачи), редактировать, модифицировать, вносить корректировки в процесс, при этом программа не требует специальной установки на компьютере. Доступ к программе Трелло осуществляется через сеть Интернет, что позволяет обучающимся работать не только в школе, но и дома [46].

По результатам освоения модуля «Мир инженерного дела» с применением метода Канбан обучающимися создавалась имитация инженерной деятельности разработчиков конечного инновационного продукта: информационных специалистов, архитекторов, проектировщиков и т.д. Учащиеся продемонстрировали понимание технологии работы над элементарными инженерными задачами, применение разнообразных способов и вариантов поиска решения. Применение метода Канбан позволило учащимся с помощью пространственной визуализации перенести мыслительные процессы на физический носитель. Канбан-доска использовалась как «отправная точка» в процессе работы над решением задач, позволяя экономить время на выполнение определенных шагов.

Педагогическое наблюдение за деятельностью обучающихся, позволило сделать промежуточный вывод: работа над решением элементарных инженерных задач с помощью Канбан-доски способствовала повышению заинтересованности обучающихся инженерной деятельностью, сформированности у них знаний, умений, способов практических действий, связанных с инженерией. Обучающиеся проявляли индивидуальные качества личности, являющиеся субъективными условиями успешного осуществления инженерной деятельности. Среди них такие способности как: анализ и синтез текста задачи; критическое мышление; применение полученных знаний в нестандартной ситуации; эффективная и результативная работа в команде. Обучающиеся с большим

удовольствием работали как с бумажным вариантом доски, так и с электронным вариантом, визуализируя невидимую интеллектуальную работу по прогрессу рабочего процесса.

Такие занятия по внеурочной деятельности, по мнению школьников, помогали развитию умений и навыков самостоятельной и совместной работы над выполнением творческих элементарных инженерных заданий, способствовали более глубокому пониманию инженерной деятельности. Также ребята отметили, что сотрудничество со сверстниками при работе с Канбан-доской помогло им научиться прислушиваться к мнению других и отстаивать свою точку зрения, проявить организаторские способности.

На следующем *практическом этапе формирования основ инженерной компетенции* второе организационно-педагогическое условие – использование гибких методов для взаимодействия с внешними участниками инженерных проектов обучающихся – предусматривает дальнейшее формирование основ инженерной компетенции через погружение обучающихся в инженерную деятельность с применением гибких методологий. Модуль «Инженер будущего» (32 часа) реализуется для повышения уровня коммуникативно-деятельностного и рефлексивно-оценочного компонентов основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования через разработку концепции развития будущего при взаимодействии с заинтересованными партнерами проектного инженерного решения.

Работу над инженерным проектом обучающиеся осуществляли в соответствии со схемой гибкого метода, описанной в первой главе данного диссертационного исследования. Все проекты были ориентированы на улучшение качества жизни граждан в будущем. Содержательную основу занятий составляло использование метода ситуационного анализа. При этом ситуационные задачи были связаны с проблемами будущего времени.

Проблемная ситуация представляет собой специально организованное и спланированное средство, направленное на побуждение субъекта (учащегося) осознания противоречия между необходимостью решения задачи и недостатком

имеющихся знаний. Проблемная ситуация основана на активной познавательной деятельности обучающихся, выраженной в стремлении найти оптимальное и достаточное решение проблемы [73]. При этом наиболее целесообразно со стороны учителя организовать самостоятельную деятельность обучающихся по выбору способа познания и путей решения проблемы. Для более глубокого понимания учащимися инженерной деятельности необходимо выбирать такие ситуации, которые инициируют приобретение нового знания в профессиональных пробах, в обосновании своей точки зрения, воплощения нестандартного решения в реальный прототип.

Для проблемной ситуации в инженерных проектах большое значение имеет наличие задачи, решение которой предполагает альтернативные сценарии развития как ожидаемых событий, так и в большей степени маловероятных, способных изменить будущее в общественной жизни. Это может быть разработка космического летального аппарата на солнечных батареях (с детальной проработкой темы аэрокосмонавтики); создание простых устройств, способных изменить жизнь людей с ограниченными возможностями (социальное направление); конструирование возобновляемых источников энергии (прототипы ветроэлектростанций); проектирование биомеханических роботов помощников (робототехническое направление); детальное описание системы умный пешеходный переход (концепция «Умный город») и др.

Так, например, в рамках темы «Реализация инженерных проектов с нестандартной проблемной ситуацией» обучающиеся выбрали задание «Умное решение», в котором перед школьниками ставилась значимая проблема бытового плана:

Современные устройства сделали легче жизнь людей. В различных ситуациях требуется помощь «на расстояние», так, например, уезжая в длительный отпуск, существует необходимость в каждодневном поливе растений. Необходимо разработать прототип изделия способствующего решению данной проблемы.

Как было отмечено в первой главе нашего диссертационного исследования, в проекты, которые связаны с изменением реального мира необходимо включать внешних участников, заинтересованных не только в результатах проекта, но и в развитии самих обучающихся. В качестве ключевых внешних участников были выбраны два промышленных предприятия с представительством в Ульяновской области: Вестас (проектирование и производство композитных лопастей для ветрогенераторов – источника возобновляемой энергии) и ДМГ МОРИ (конструирование и производство металлообрабатывающих станков с фрезерной обработкой, а также систем аддитивного производства в порошковой камере), производственные центры которых расположены на территории специального авиационного кластера города Ульяновска.

Взаимодействие с внешними участниками было реализовано на трех последовательных содержательно-смысловых уровнях, каждый из которых требовал более глубокое включение в работу с обучающимися. Первый уровень предполагал постановку внешними участниками задачи, которая была представлена в виде задания, либо в виде идеи на проработку конкретного продукта (проверка функционала или механизма работы), либо заказ на разработку прототипа для последующего внедрения в производство. Следующий уровень предполагал включение в оценивание результата работы учащихся, при этом предприятие участвует в технической экспертизе и в перспективности реализации проектного решения. Данный уровень предполагает применение гибкого метода: создание обратной связи между внешними участниками и обучающимися для корректировки дальнейшего процесса работы над проектом, что позволяет получить опыт взаимодействия с профессионалами в области инженерии и положительно сказывается на образовательном результате. На третьем уровне внешние участники включались в постоянную работу по участию в проектах, которая заключалась в проведении консультаций по специфичным темам, организации экскурсий и мастер-классов по использованию профессионального оборудования предприятий (Рисунок 14).

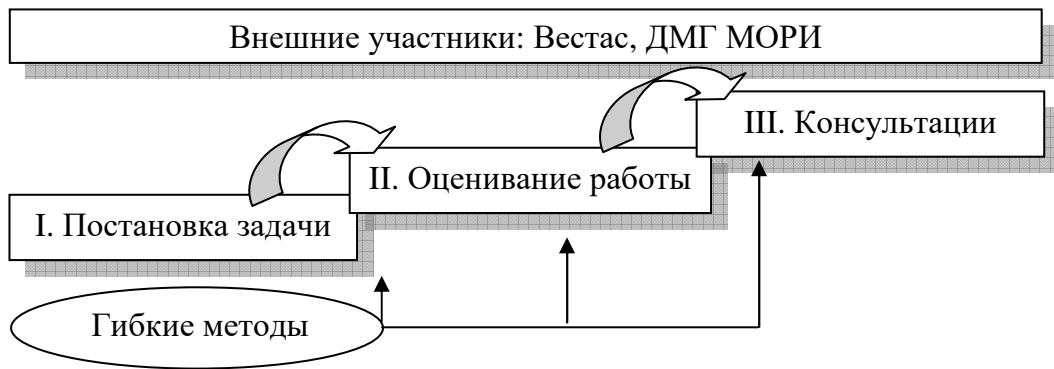


Рисунок 14 – Уровни взаимодействия внешних участников и обучающихся

Нами выделены следующие этапы работы обучающихся над инженерным проектом с использованием гибкого метода для взаимодействия с внешними участниками [165]:

Подготовительный. Целью данного этапа являлась определение предметной области, выбор темы, цели, задач инженерного проекта. С целью смыслового определения обучающимися себя в инженерной профессии на данном этапе проводились встречи с профессорско-преподавательским составом университета, экскурсии в технологический центр промышленного Интернета в машиностроении. В рамках инженерного кружка в начале первого занятия проводилась установочная лекция, в которой школьной учитель рассказывал о проблемной ситуации, определял примерный план работы команд. Обучающиеся распределялись на микрогруппы, получали задание на листах от внешних участников проекта, приступали к осмыслению полученной информации, обсуждали возможные решения задачи. Учитель стимулировал процесс продуктивной работы школьников, прибегая к следующим методам: мозгового штурма (участники обсуждения генерируют максимальное количество решений задачи); синектики (поиск идеи через анализ в группах возникшей проблемы с использованием различных аналогий и ассоциаций); проведение ситуационно-ролевой игры (воспроизведение действий и отношений других людей, направленное на получение представления о задачах проекта).

Каждая группа приступала к поиску необходимой информации в сети Интернет, при этом учащиеся должны были ответить на вопросы: «В чем

заключается описанная проблема?», «Имеет ли решение данной проблемы большое значение для общества, для определённой группы людей?», «Как можно решить поставленные задачи?», «С какими трудностями вы можете столкнуться?». Каждая команда готовила доклад; на общем собрании проводилось обсуждение полученных результатов работы; участники проектных групп комментировали, дополняли, уточняли и поправляли сверстников; учитель фиксировал лучшие результаты на школьной доске.

Перед обучающимися ставилась задача – предложить решение проблемы, разработав инновационный продукт будущего, который изменит жизнь общества. Так, при работе над проектом «Умное решение» школьники предложили следующее:

Современные устройства сделали легче жизнь людей. Средства для автоматизации процессов деятельности человека ежегодно входят в повседневный обиход. Предлагается разработать систему автоматического дистанционного робота помощника, способного выполнять действия по голосовому управлению либо по беспроводной сети. Механизм печатается с помощью аддитивных технологий (трехмерная печать), управление происходит от программируемого микрокомпьютера.

На практическом этапе работы над инженерным проектом проводилась детализация плана с привлечением внешних участников, которые осуществляли детальное погружение обучающихся в анализ ситуации. Со стороны заинтересованных лиц поступили вопросы для обсуждения и проработки: «для каких целей компании разрабатывать данный продукт?», «какие ограничения накладываются на производство?», «будет ли прибыльным для компании производство данного продукта, с помощью чего снизить издержки?» и др.

Далее обучающиеся переходили к составлению детального плана инженерного проекта с распределением ролей и степени ответственности за проделанную работу. Проект разбивался на отдельные блоки, каждый из которых фактически представлял собой малый проект. Последовательно каждый блок брался в работу, составлялся план, который содержал подробный алгоритм

действий каждого участника проектной группы, время выполнения и ожидаемые результаты. Работа над планом каждого блока обучающиеся осуществляли с помощью Канбан-доски, специально оговариваясь, что это не статичный и законченный план, в него могут вноситься изменения как в течение работы над одним шагом, так и по его выполнению. К заполнению Канбан-доски учащиеся обращались на всех последующих этапах работы, что обеспечило основу для оценки результата деятельности. Обучающиеся на каждом занятии вносили на доску свой план действий, определялись со сроками выполнения (тайминги). Все задачи передвигались на доске со своими статусами: «сделать», «делаем», «готово», «выпуск» – представление в наглядном виде плана действия по решению задач для достижения цели, поставленной внешними участниками перед началом работы. На промежуточных совещаниях заслушивались отчеты о результатах деятельности каждого участника команды с подробным обсуждением (что (не) получилось и в чем видят свои новые задачи), что способствовало выявлению ошибок в алгоритме работы над проектом, исправлению и доработки предложенного плана действий.

Реализация этапа происходила через выполнение разработки отдельных компонентов проектируемого прототипа. Перед школьниками были поставлены следующие вопросы: «На решение какой задачи направлено изготовление конструктивного элемента объекта?», «Какие функциональные возможности объекта?». Были организованы следующие мероприятия: включение обучающихся в действующие научные коллективы кафедр высшего учебного заведения – участие в разработке совместных проектов со студентами, научными сотрудниками на базе лабораторий вуза, включение в команду «школьник-бакалавр-магистрант-аспирант-научный руководитель»; совещания по планированию в начале каждого цикла гибкого метода; выступления участников с докладом для внешних участников проекта, обзор выполнения цикла с анализом достигнутых результатов; ретроспектива для создания плана корректировки в соответствии с замечаниями и пожеланиями внешних участников и подготовки к следующему циклу гибкого метода. Обучающиеся совместно с профессорско-

преподавательским составом университета анализировали достигнутые результаты, сопоставляя их с запланированными целями и задачами.

Аналитический этап формирования основ инженерной компетенции предполагал актуализацию рефлексивной деятельности обучающихся. Так, в рамках заключительного этапа работы обучающихся над инженерным проектом, было проведено общее собрание, на котором обучающиеся отвечали на вопросы: «Что у меня получилось?», «Что не получилось сделать?», «Что было полезно, что новое удалось узнать?», «Что осталось не сделанным или что можно было сделать иначе?», «Что я могу сделать в будущем?», «Как я могу сделать новый проект?». Данные вопросы помогают учащимся понять процесс инженерной деятельности. Каждому участнику проектной группы необходимо оценить свой вклад в командную работу, зафиксировав ответы в специальной таблице по следующим критериям: активность в команде, роль в проектной деятельности, степень участия в презентации и т.п. [165].

Взаимодействие обучающихся с внешними участниками с использованием гибкого метода обеспечило создание доверительного пространства, которое можно охарактеризовать открытостью и продуктивностью. Так, по мнению учащихся заинтересованные лица были открыты в общении, что помогало чувствовать себя в команде единомышленников по решению одной общей задачи. Непрерывная эмоциональная поддержка и комментарии специалистов профессиональной области через создание удаленной связи (мобильные конференции, общение в «мессенджерах») создавали эффект постоянного присутствия по сопровождению процесса работы над проектами. Для взаимодействия внешних участников и обучающихся были выбраны партнерский и поддерживающий стили педагогического руководства с направленностью на индивидуальный подход, взаимное доверие, корректность, учет возрастных особенностей обучающихся. Диалог со специалистами являлся фактором к своему профессиональному становлению.

Для школьников участие в работе над инженерными проектами с использованием гибкого метода для взаимодействия с внешними участниками –

это возможность проявить свои индивидуальные личностные качества, творческие способности, целеустремленность в достижении конкретного результата как индивидуального, так и командного. Реализация второго организационно-педагогического условия – использование гибкого метода для взаимодействия с внешними участниками инженерных проектов обучающихся представляет собой сложный процесс, который мотивирует обучающихся на обогащение и приобретение нового опыта коммуникационной работы, опыта самоорганизации, навыков выступления, развития критического мышления, позволяет примерить роль инженера.

Реализация третьего организационно-педагогического условия – организация научного партнерства общеобразовательной школы и образовательной организации высшего образования – предполагает проведение педагогических мероприятий, целью которых является вовлечение обучающихся в процесс научно-инженерной работы, за счет включения высшего образования в процесс формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся. Организация научного партнерства между школой и высшим учебным заведением обусловлено взаимовыгодным сотрудничеством двух образовательных организаций. При этом взаимодействие осуществлялось между экспериментальной площадкой и ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» города Ульяновска (Рисунок 15).

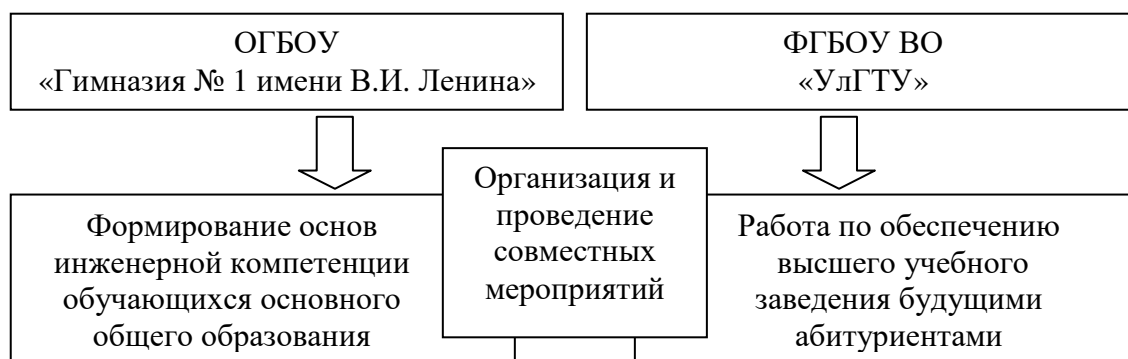


Рисунок 15 – Схема организации научного партнерство общеобразовательной школы и образовательной организации высшего образования: ОГБОУ «Гимназия № 1 имени В.И. Ленина» и ФГБОУ ВО «УлГТУ» города Ульяновска

На наш взгляд, научное партнерство между общеобразовательной школы и образовательной организацией высшего образования необходимо выстраивать на паритетных началах и взаимовыгодных отношениях, так как именно в данном случае может идти речь об учете сторонами обоюдных интересов, что положительно повлияет на результат взаимодействия.

Вовлечение профессорско-преподавательского состава университета в руководство инженерной деятельностью стало возможным благодаря их заинтересованности в ориентации наиболее склонных обучающихся к занятию научно-исследовательской деятельностью на продолжение обучения в данном конкретном университете. Со стороны организации основного общего образования участниками научного партнерства выступали обучающиеся (субъекты образовательного процесса) и школьный учитель, как организатор взаимодействия партнеров.

Преимуществом профессорско-преподавательского состава университета перед школьными учителями является более глубокое знакомство с трудовой профессиональной деятельностью (в частности инженеров), с предъявляемыми требованиями к квалификации кадров. Так, ФГБОУ ВО «УлГТУ» проводит обучение по программам бакалавриата и магистратуры по направлениям: «программная инженерия», «инноватика», «машиностроение», «конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», «самолето- и вертолетостроение» и др. Следовательно, преподаватели университета способны к продуктивной работе по ознакомлению школьников с многообразием профессиональной деятельности инженера, к передачи знаний, умений и опыта, которые необходимы для овладения в будущем профессией.

Взаимодействие ОГБОУ «Гимназия №1 имени В.И.Ленина» и ФГБОУ ВО «УлГТУ» продолжается на протяжении ряда лет, в основном в таких формах как: Дни открытых дверей, Университетские субботы, региональные олимпиады по различным предметам естественнонаучного цикла и др.

В 2019 году научное партнерство образовательных организаций было закреплено на официальном уровне в виде договора «О сотрудничестве в сфере

образовательной и профориентационной деятельности» (договор №1690 от 29 августа 2019 года). В качестве одной из целей заключения партнерских выбрано: «Создание оптимальных условий для выявления научного и творческого потенциала и раннего развития способностей обучающихся гимназии». В рамках данного договора для школьников были предложены: многопрофильная инженерная олимпиада проектов «Звезда», мероприятие «Первый шаг в IT», экскурсии в научные лаборатории и Региональный технологический центр промышленного Интернета в машиностроении, беседы о направлениях получения образования и будущего трудоустройства, экскурсии на предприятия партнеров (Немак, Шеффлер, Халтек), цикл научно-популярных лекций «Инноватика», участие в интенсивах по различным образовательным программам (включающих решение проблемных задач, совместные проекты со студентами), посещение лабораторий факультетов (робототехники, нанотехнологии, техники высоких напряжений, учебного центра «MitsubishiElectric», тепло- и топливной энергетики, кафедры «Промышленное и гражданское строительство», кафедры «Архитектурно-строительного проектирования») и др. В работе с обучающимися преподаватели кафедр образовательной организации высшего образования сосредоточили свой положительный и перспективный опыт работы в области работы с подрастающим поколением, применяя инновационные методические разработки. При этом основной целью работы для преподавателей университета является: «успешная профессиональная ориентация школьников».

В выше указанном договоре о сотрудничестве университета и гимназии в качестве основных обязанностей образовательной организации высшего образования прописано: привлекать школьников к научно-исследовательской работе, оказывая методическую помощь и помощь в возможности опубликования материалов по результатам экспериментальных работ; проводить совместные научно-практические конференции, семинары.

Так, в рамках практического этапа по реализации программы внеурочной деятельности, обучающиеся основного общего образования принимали участие в работе над инженерными проектами. Со стороны профессорско-

преподавательского состава университета осуществлялось научное руководство инженерной деятельностью школьников, оказывалась помощь в организации работы с оборудованием, проводились научно-популярные занятия направленные на установление причинно-следственных зависимостей в решении элементарных инженерных задач.

Важно, что совместно с профессорско-преподавательским составом ФГБОУ ВО «УлГТУ» были разработаны и проведены Малые научные конференции, которые позволили в формате беседы и дискуссии рассмотреть различные вопросы инженерии, включить обучающихся в активную коммуникативную деятельность, развивать навыки публичного выступления, способностей к высказыванию и утверждению собственной позиции, обсуждению своей точки зрения. К задачам Малых конференций можно отнести следующие: вовлечение школьников в научные поиски; стимулирование их на занятие проектной инженерной деятельностью; расширение кругозора и формирование активной жизненной позиции; создание необходимой среды для профессиональной ориентации; апробирование приобретенных знаний. Были организованы конференции следующей тематики: «Проблема и перспективы интеграции мировых научных процессов», «Социальная инженерия: как инженерия меняет мир», «Инженерия будущего: проблемы и перспективы».

При организации Малых конференций учитывались возрастные особенности обучающихся. При таком подходе в проведении конференции были учтены следующие положения: 1) вводная лекция в формате круглого стола; 2) доброжелательные отношения в процессе проведения мероприятия; 3) выступления обучающихся содержат раскрытие проблемы; 4) совместное выступление обучающихся, работавших вместе над решением проблемы; 5) вариативность сообщений: возможность представить результат в формате реферата или доклада; 6) определение наиболее полезных, ресурсосберегающих и социально направленных вариантов решения проблемы; 7) рефлексия, обобщение полученных результатов.

На конференции обучающиеся представляют работы не только в виде мультимедийной презентации, но и в формате выставки, где в пространстве одного зала представлены технические системы, прототипы и результаты проектной работы, полученные в рамках инженерной деятельности. Перед конференцией у каждого участника есть купон, с помощью которого он может оценить любой понравившийся ему проект. Проект, набравший наибольшее количество купонов, получает звание «лучшего проекта». Приглашенные эксперты представляют свою оценку, проставляя баллы в листе оценивания. По итогам подсчета баллов определяются победители и призеры конференции.

Для определения лучшего инженерного проекта использовались следующие критерии: проблема проекта определена правильно и актуальна для региона, цель и задачи осмысленны; предлагаемая идея не имеет аналогов и отличается новизной; реализация проектного решения направлена на удовлетворение запросов общества (потребительского рынка); проект содержит не только инженерное или научное решение, но и обоснованный план продвижения продукта на потребительский рынок в будущем; проектное решение отличается креативностью; из выступления обучающихся можно сделать вывод о заинтересованности решением проблемы, мотивации к ее изучению и продолжению дальнейшей работы в данном направлении.

Эксперты и организационный комитет конференции стремились к созданию творческой образовательной среды, которая способствовала формированию основ инженерной компетенции обучающихся основного общего образования, при этом практиковался гибкий подход к оценке проектных работ, позволяющий отметить инженерные начинания каждого учащегося. Профессорско-преподавательский состав университета отметил высокую активность школьников в процессе работы над инженерным проектом и презентации полученных результатов, глубокое погружение в изучение проблемы и творческий подход к решению задач. Для обучающихся представление полученных результатов собственного инженерного опыта на конференции помогло позиционировать себя как самостоятельную и

творческую личность, способную к решению сложных актуальных проблемных вопросов в области инженерии.

Кроме того, осуществлялось взаимодействие с организациями дополнительного образования (Центр детского технического творчества №1, ОГБУ ДО «Дворец творчества детей и молодежи» и др.). Участники экспериментальной группы принимали активное участие в таких мероприятиях, как «Городской открытый Фестиваль научно-исследовательских, творческих проектов и изобретений», «Первые шаги в техническом творчестве», «Хочу всё знать» и др. В рамках формирования основ инженерной компетенции участие обучающихся в конкурсах предоставляет возможность проявить себя, повысить уровень мотивации на дальнейшие достижения, удовлетворить потребность в самореализации, самоопределении.

В рамках формирующего этапа опытно-экспериментальной работы внедрена в практику работы образовательной организации общего образования разработанная модель формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся. Выявленный комплекс организационно-педагогических условий обеспечил успешность реализации данной модели.

2.3. Оценка и анализ результатов опытно-экспериментальной работы

В данном параграфе представлен анализ результативности модели формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования с учетом соблюдения выявленного комплекса организационно-педагогических условий ее успешной реализации.

Оценка полученных результатов проводилась по характеристикам уровней сформированности основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования, которые были описаны в параграфе 2.1.

Начальная диагностика уровней сформированности компонентов (личностно-мотивационный, коммуникативно-деятельностный, когнитивный, рефлексивно-оценочный) основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования была проведена на констатирующем этапе опытно-экспериментальной работы. С помощью диагностики по критериальным показателям было вычислено процентное соотношение уровней сформированности компонентов основ инженерной компетенции, с помощью методов математической статистики была проверена однородность экспериментальной и контрольной групп относительно сформированности каждого компонента.

Результаты диагностики отражены в таблицах 7-10 и рисунках 16-19, иллюстрирующие уровни сформированности компонентов основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования на начальном этапе опытно-экспериментальной работы.

Таблица 7 – Уровни сформированности личностно-мотивационного компонента основ инженерной компетенции на констатирующем этапе

Группа / уровень сформированности по показателям	Минимальный		Достаточный		Продвинутый	
	кол-во	%	кол-во	%	кол-во	%
Самостоятельность мышления, направленность на успех в инженерной деятельности						
ЭГ	20	43,47	22	47,83	4	8,70
КГ	18	40,00	21	46,67	6	13,33
Проявляет интерес к профессии инженера						
ЭГ	23	50,00	19	41,30	4	8,70
КГ	20	44,44	22	48,89	3	6,67

Анализ диагностики уровней сформированности основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся по личностно-мотивационному критерию показал, что у большинства респондентов преобладает минимальный (ЭГ – 43,47% и 50,00%, в КГ – 40,00% и 44,44%) и достаточный уровни сформированности компонента компетенции (ЭГ – 47,83% и 41,30%, в КГ – 46,67% и 48,89%).

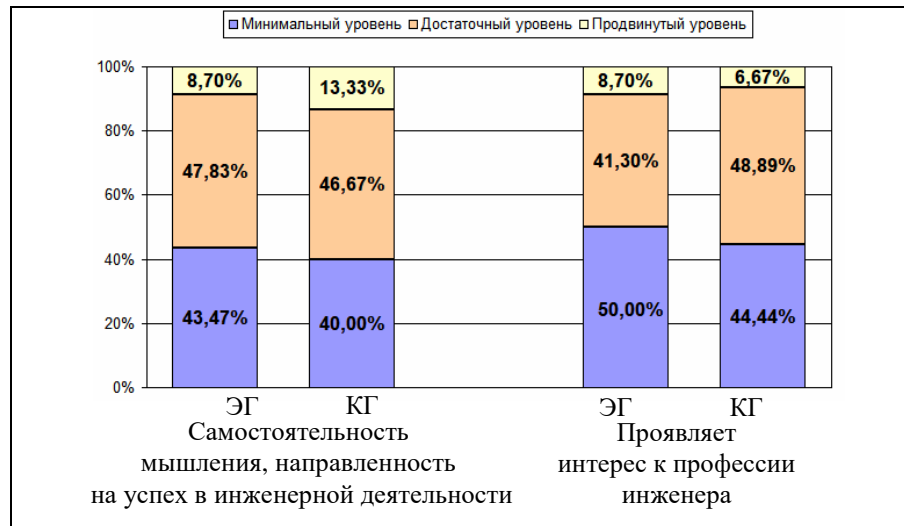


Рисунок 16 – Уровни сформированности личностно-мотивационного компонента основ инженерной компетенции на констатирующем этапе

Из полученных данных видно, что учащиеся проявляют интерес к профессии инженера и готовы заниматься инженерной деятельностью, однако до конца не осознают в полной мере значения технологического прогресса для своей жизнедеятельности и общества в целом.

Таблица 8 – Уровни сформированности коммуниктивно-деятельностного компонента основ инженерной компетенции на констатирующем этапе

Группа / уровень сформированности по показателям	Минимальный		Достаточный		Продвинутый	
	кол-во	%	кол-во	%	кол-во	%
Владение навыками эффективной работы в команде						
ЭГ	21	45,65	22	47,83	3	6,52
КГ	23	51,12	20	44,44	2	4,44
Способность находить инновационные способы решения проблемных и инженерных задач						
ЭГ	21	45,65	23	50,00	2	4,35
КГ	23	51,12	20	44,44	2	4,44

В ЭГ процент учащихся имеющих минимальный уровень сформированность коммуниктивно-деятельностного компонента основ инженерной компетенции составляет 45,65% и 45,65%, в КГ – 51,12% и 51,12%, тогда как достаточный – в ЭГ – 47,83% и 50,00%, в КГ – 44,44% и 44,44% по соответствующим показателям.

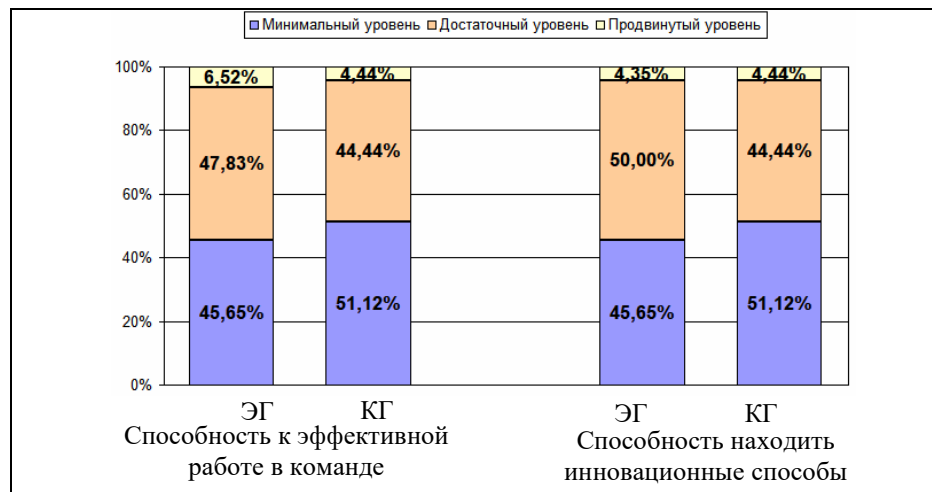


Рисунок 17 – Уровни сформированности коммуниктивно-деятельностного компонента основ инженерной компетенции на констатирующем этапе

Анализ результатов диагностики по коммуниктивно-деятельностному компоненту основ инженерной компетенции показал, что большинство обучающихся испытывают затруднения при решении задач и при выстраивании взаимоотношений со сверстниками для поиска совместных путей работы.

Таблица 9 – Уровни сформированности когнитивного компонента основ инженерной компетенции на констатирующем этапе

Группа / уровень сформированности по показателям	Минимальный		Достаточный		Продвинутый	
	кол-во	%	кол-во	%	кол-во	%
Знание основных способов поиска, классификации и обработки информации						
ЭГ	23	50,00	19	41,30	4	8,70
КГ	19	42,22	20	44,44	6	13,34
Умение решать элементарные инженерные задачи						
ЭГ	22	47,83	21	45,65	3	6,52
КГ	20	44,44	21	46,67	4	8,89

Необходимо отметить, что у большей части респондентов выявлен минимальный (ЭГ – 50,00% и 47,83%, в КГ – 42,22% и 44,44%) и достаточный (ЭГ – 41,30% и 45,65%, в КГ – 44,44% и 46,67%) уровни сформированности когнитивного компонента основ инженерной компетенции, что свидетельствует о недостатке знаний у обучающихся для решения элементарных инженерных задач. Данный факт можно объяснить тем, что общеобразовательная школа до

проведения нами опытно-экспериментальной работы не способна сформировать фундаментальную основу для формирования когнитивного компонента.



Рисунок 18 – Уровни сформированности когнитивного компонента основ инженерной компетенции на констатирующем этапе

Таблица 10 – Уровни сформированности рефлексивно-оценочного компонента основ инженерной компетенции на констатирующем этапе

Группа / уровень сформированности по показателям	Минимальный		Достаточный		Продвинутый	
	кол-во	%	кол-во	%	кол-во	%
Способность к адекватной оценке инженерной деятельности						
ЭГ	29	63,04	14	30,43	3	6,53
КГ	25	55,56	15	33,33	5	11,11
Способность к самоконтролю, осмыслению собственной значимости в группе						
ЭГ	29	63,04	13	28,26	4	8,70
КГ	28	62,22	12	26,67	5	11,11

Результаты диагностики демонстрируют преобладание у обучающихся минимального уровня (ЭГ – 63,04% и 63,04%, в КГ – 55,56% и 62,22%) рефлексивно-оценочного компонента основ инженерной компетенции, который характеризуется возникновением трудностей при проведении самоанализа, выявления причин собственных ошибок и неспособности объективно оценить работу по заранее оговоренным положениям.

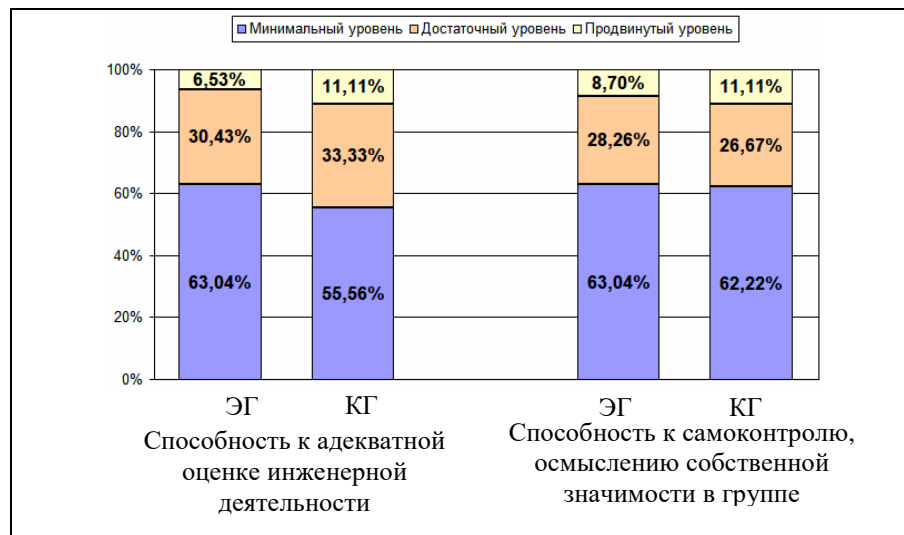


Рисунок 19 – Уровни сформированности рефлексивно-оценочного компонента основ инженерной компетенции на констатирующем этапе

Таким образом, на констатирующем этапе опытно-экспериментальной работы процентное выражение уровней сформированности отдельных компонентов основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования в ЭГ и КГ примерно одинаковое. В обеих группах преобладает минимальный и достаточный уровни сформированности компонентов основ инженерной компетенции.

Для статистической проверки отсутствия различий между результатами диагностики ЭГ и КГ был выбран статистический U-критерий Манна-Уитни, с помощью которого можно произвести оценку возможных различий между малыми выборками (описание данного метода представлено в параграфе 2.1 диссертации).

Были сформулированы две гипотезы, согласно которым уровни сформированности компонентов основ инженерной компетенции в ЭГ не превосходят уровни сформированности компонентов основ инженерной компетенции в КГ (нулевая гипотеза), уровни сформированности компонентов основ инженерной компетенции в ЭГ превосходят уровни сформированности компонентов основ инженерной компетенции в КГ (альтернативная гипотеза). Уровни сформированности каждого компонента компетенции в ЭГ сравнивались с соответствующими уровнями в КГ.

В таблице 11 представлены результаты расчетов эмпирических значений критерия по уровням сформированности компонентов основ инженерной компетенции.

Таблица 11 – Значения критерия $U_{эмп}$ на констатирующем этапе

Показатель уровней сформированности основ инженерной компетенции	Значения критерия $U_{эмп}$
1. Личностно-мотивационный компонент	
Проявляет интерес к профессии инженера	975
Самостоятельность мышления, направленность на успех в работе	993
2. Коммуникативно-деятельностный компонент	
Владение навыками эффективной работы в команде	970,5
Способность находить инновационные способы решения	981,5
3. Когнитивный компонент	
Знание основных способов поиска и обработки информации	937,5
Умение решать элементарные инженерные задачи	989,5
4. Рефлексивно-оценочный компонент	
Способность к адекватной оценки инженерной деятельности	1018
Способность к самоконтролю, осмыслению собственной значимости в группе	945

Полученные эмпирические значения U-критерия сравниваются с табличным [147] значением $U_{крит}$, равного 827 на уровне значимости $\alpha=0,05$. Все эмпирические значения расположены в зоне незначимости. Следовательно, подтвердилась нулевая гипотеза: уровни сформированности компонентов основ инженерной компетенции в ЭГ не превосходят уровни сформированности компонентов основ инженерной компетенции в КГ.

Для точного определения и уточнения общего уровня сформированности основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования использовались кластерный, факторный и дискриминантный анализ.

При исследовании результатов измерения количественных значений уровней сформированности компонентов основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся была использована методика, позволяющая выделить из множества рассматриваемых показателей критериев

наиболее информативные, что позволит уменьшить их количество и сформировать новое пространство классификации показателей. Исходя из данной цели, был использован алгоритм исследования признаков (Рисунок 20), который описали в своей работе В.Г. Шубович, В.В. Капитанчук и др. [130].

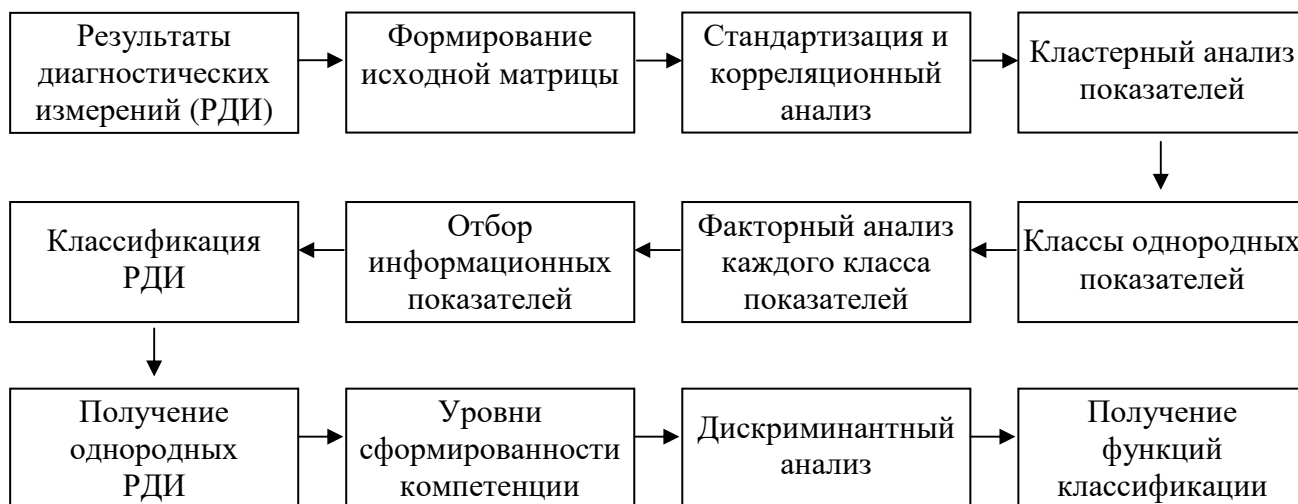


Рисунок 20 – Блок-схема классификации результатов диагностических измерений

Перед нами стоит задача произвести разбиение результатов диагностических измерений обучающихся в ЭГ и КГ по множеству показателей критериев сформированности основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся, так что бы расстояние (степень сходства) между результатами измерений было бы не больше некоторого значения [130].

Далее опишем алгоритм по решению поставленной задачи.

Шаг 1. Представление исходных данных в виде матрицы «объект-признак».

На данном шаге нами выбраны восемь показателей (по два для каждого критерия), в роли объекта выступают учащиеся экспериментальной группы, признаки определяют характеристики оценки уровня сформированности критерия по показателям. Таким образом, нами получена матрица, содержащая 46 строки и 8 столбцов. В каждой строке представлены числовые диагностические данные одного учащегося по определенным нами показателям. Каждый признак в матрице отображен в виде столбца, который содержит числовые значения уровня сформированности критерия по показателям для каждого учащегося.

Шаг 2. Переход от исходных наблюдений к нормированным (стандартизованным). Целью стандартизации является обеспечение корректного сравнения диагностических данных, через устранение влияния абсолютного значения признака и степени его вариации в выборки [1].

Значения стандартизированной шкалы определяются по формуле:

$$z_i = \frac{x_i - \bar{X}}{\delta_x}, \quad (2)$$

где x_i - исходное значение параметра анализируемого объекта, \bar{X} и δ_x - среднее значение и стандартное отклонение параметра, оцененные по набору данных.

Результаты нормированных данных представлены в *приложении В*.

Шаг 3. Кластерный анализ. На данном шаге необходимо провести классификацию показателей критериев сформированности основ инженерной компетенции школьников. Кластерный анализ проводился методом Уорда и k -средних с целью всестороннего и объективного подтверждения результатов разбиения множества показателей на однородные группы (кластеры) [176].

Под кластерным анализом понимается статистическая процедура, предназначенная для сбора данных, содержащих информацию о выборке, и затем формирующая объекты в сравнительно однородные группы [47]. Метод кластеризации обеспечивает разбиение генеральной совокупности (в нашем случае показателей – характеристик оценки уровня сформированности отдельных компонентов основ инженерной компетенции) на однородные классы. При кластерном анализе достигается максимальное различие между классами, что определяет объективность и точность в стратификации элементов совокупности и позволяет выявить неочевидные закономерности. Необходимо отметить, что кластерный анализ позволяет рассмотреть совокупность объектов практически любой природы, не накладывая ограничения на их вид.

К преимуществам кластерного анализа относят: 1. выделенные кластеры можно интерпретировать; 2. отдельные кластеры, не устроившие по определенным условиям, можно в дальнейшем не рассматривать.

Существует множество алгоритмов кластерного анализа, отличающихся между собой способами определения расстояния между объектами и принципами их объединения кластеры [1]. Наиболее распространенным является евклидово расстояние:

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^p (x_i^{(k)} - x_j^{(k)})^2}, \quad (3)$$

где d_{ij} – расстояние между i -м и j -м объектами; $x_i^{(k)}$, $x_j^{(k)}$ – значения k -го признака для i -го и j -го, объектов; p – количество признаков объекта [130].

Так, как изначально число классов в нашем исследовании неизвестно, то нами был выбран иерархический алгоритм – метод классификации Уорда. Данный метод построен таким образом, что за расстояние между кластерами берется внутригрупповой прирост суммы квадратов расстояний объектов до центра кластера. На каждом шаге алгоритма данного метода происходит объединение таких двух кластеров, которые определяют минимальное приращение среднего квадрата отклонений (дисперсии). Метод Уорда направлен на нахождение кластеров приблизительно равных размеров, близко расположенных друг к другу [43].

Второй применяемый нами метод – метода k -средних, который относится к группе итеративных методов эталонного типа. При данном методе процесс разбиения генеральной совокупности начинается с заданного числа k случайно выбранных объектов, которые определяются в качестве центров кластеров. Далее для каждого объекта из исходной совокупности находится ближайший к нему центр кластера [156]. В нашем исследовании кластерный анализ методом k -средних проводился для заданного количества разбиений $k=4$, далее полученный результат был сопоставлен с результатом кластерного анализа методом Уорда. Необходимо отметить, что при большем числе разбиений ($k=5$; 6) число кластеров не изменялось. Результаты кластерного анализа показателей уровней сформированности основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся (для экспериментальной группы) представлены на

рисунке 21. Из дендограммы (графическое изображение результатов процесса последовательной кластеризации) видно, что генеральная совокупность показателей разбивается на три кластера.

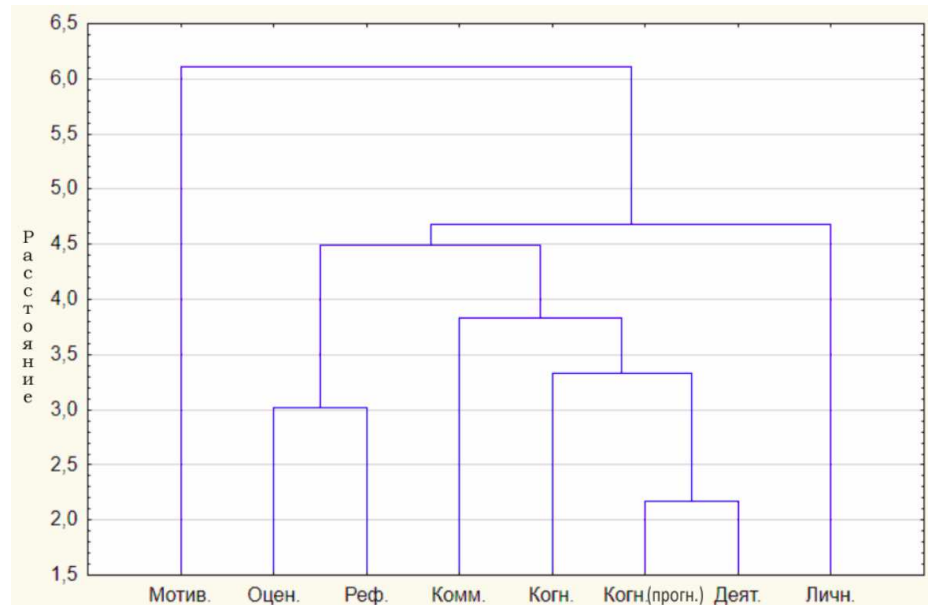


Рисунок 21 – Результат кластерного анализа показателей по методу Уорда

К первому кластеру относится мотивационный показатель. Во второй кластер вошли следующие показатели: оценочный, рефлексивный. К третьему кластеру относятся следующие показатели: коммуникативный, когнитивный, когнитивный (прогностический), деятельный, к четвертому – личностный.

Шаг 4. Корреляционный анализ показателей. На данном шаге ставится задача выявить наличие зависимости изменения одного показателя в соответствии с изменением другого показателя внутри каждого класса (корреляционная связь), определить степень взаимосвязи между двумя показателями (значения парных коэффициентов корреляции).

По результатам корреляционного анализа (см. приложение Г), можно сделать вывод о наличии значимых корреляционных связей между показателями внутри каждого кластера.

Далее необходимо провести классификацию показателей критериев, для которых значения коэффициентов парной корреляции было меньше критического

значения $r_{кр}$. Критическое значение определяется по таблице [157] $r_{кр}=0,707$, при уровне значимости 0,05 и объеме выборки 8.

Значимость коэффициента корреляции проверялась на основе t – критерия Стьюдента по формуле:

$$t_p = \frac{|r_g| \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_g^2}}, \quad (4)$$

где t_p – наблюдаемое значение Стьюдента, которое сопоставляется с табличным $t_{кр}=2,4469$.

Если $t_p > t_{кр}$, то коэффициент корреляции r_g статистически значим.

Шаг 5. Отбор показателей из каждого кластера. По полученным результатам корреляционного и факторного анализа был произведен выбор предпочтительных показателей по одному из каждого класса, удовлетворяющих определенным условиям.

Проведенный кластерный анализ позволил сформировать классы однородных показателей. Каждый класс составляет набор показателей – фактор. Каждый показатель имеет свой коэффициент (факторная нагрузка) с выявленным фактором. Величина коэффициента по модулю не превосходит единицу, положительный знак говорит о прямой связи показателя с фактором, отрицательный – об обратной. Чем больше абсолютная величина коэффициента по выделенному фактору, тем в большей степени фактор определяет данный показатель. В результате данной методики был сформирован набор показателей {Личностный, Мотивационный, Коммуникативный, Рефлексивный}.

Шаг 6. Классификация результатов диагностических измерений. На данном шаге была проведена классификация результатов диагностических измерений методом Уорда и методом k -средних (см. приложение Д) в экспериментальной группе обучающихся в пространстве 8-и показателей. Далее данная классификация подлежит сравнению с классификацией результатов

диагностических измерений по четырем показателям (Личностный, Мотивационный, Коммуникативный, Рефлексивный).

Шаг 7. Итоговая классификация результатов диагностических измерений проводилась в пространстве ранее сформированных четырех показателей. При анализе кластеров, можно прийти к выводу о наличии схожести их структур, что говорит об устойчивой классификации (рисунок 22 и таблица 12).

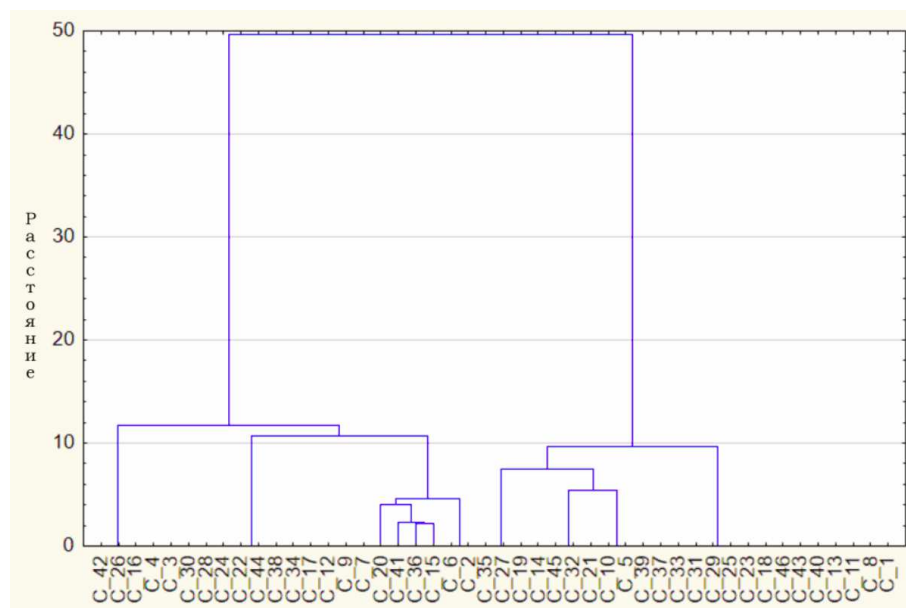


Рисунок 22 – Результат классификации методом Уорда

Таблица 12 – Результат классификации при наборе показателей {Личностный, Мотивационный, Коммуникативный, Рефлексивный}

Элементы кластера 1

	C_1	C_5	C_8	C_10	C_11	C_13	C_14	C_18
Расстояние	0,17719	0,72173	0,17719	0,72173	0,17719	0,17719	0,66199	0,17719
	C_19	C_21	C_23	C_25	C_27	C_29	C_31	C_32
Расстояние	0,66199	0,72731	0,17719	0,17719	0,66199	0,17719	0,17719	0,72731
	C_33	C_35	C_37	C_39	C_40	C_43	C_45	C_46
Расстояние	0,17719	0,66199	0,17719	0,17719	0,17719	0,17719	0,72731	0,17719

Элементы кластера 2

	C_2	C_6	C_15	C_20	C_36	C_41
Расстояние	0,73692	0,73692	0,86398	1,3106	0,73692	0,86398

Элементы кластера 3

	C_3	C_4	C_7	C_9	C_12	C_16	C_17	C_22
Расстояние	0,55433	0,55433	0,2519	0,2519	0,2519	0,55433	0,2519	0,2519
	C_24	C_26	C_28	C_30	C_34	C_38	C_42	C_44
Расстояние	0,2519	0,55433	0,25197	0,2519	0,2519	0,2519	0,55433	0,2519

Анализ классификации результатов диагностических измерений общего уровня сформированности основ инженерной компетенции 46 обучающихся в ЭГ на констатирующем этапе позволяет сделать следующий вывод:

1. Всех 46 обучающихся можно разделить на три группы (кластера). Сформированность основ инженерной компетенции в каждой группе соответствует определенному уровню: минимальному, достаточному и продвинутому. Данный факт подтверждает теоретическое предположение о выделении трех уровней, сделанное в первой главе нашего диссертационного исследования.

2. Количественный анализ распределения обучающихся по кластерам свидетельствует о преобладании минимального уровня – 24 обучающихся (52,17%), достаточный уровень выявлен у 16 обучающихся (34,78%) и недостаточности сформированности продвинутого уровня – 6 обучающихся (13,04%).

Шаг 8. Формирование обучающих выборок и получение дискриминантных функций. На основе проведенного кластерного анализа выполнялся дискриминантный анализ и формирование обучающих выборок, с целью поиска дискриминантных функций (классификационных), которые позволяют определить какой уровень сформированности основ инженерной компетенции у новых обучающихся (к какому классу относятся новые объекты).

Дискриминантный анализ относится к многомерному методу статистической обработки данных (использует несколько признаков объекта), и включает в себя статистические методы классификации многомерных наблюдений (в нашем случае результаты диагностики обучающихся) [1]. Задачей данного метода является сопоставление новых объектов, наделенных определенными признаками, с группой объектов. Необходимо найти линейную комбинацию признаков, которая предоставляет возможность определить, к какой группе можно отнести новый объект. В нашем случае, диагностировав учеников (не относящихся к экспериментальной группе), можно будет однозначно

распределить их по уровням сформированности основ инженерной компетенции на основе линейной дискриминантной функции.

Каждый уровень сформированности основ инженерной компетенции имеет свою классификационную функцию, состоящей из набора коэффициентов, на которые умножаются значения результатов диагностики по соответствующим показателям. По сумме произведений определяют, какой уровень у нового учащегося – уровень для которой найденная сумма больше.

Функция имеет следующий вид:

$$f_i = c_0 + u_1 \cdot X_{1i} + u_2 \cdot X_{2i} + \dots + u_m \cdot X_{mi}, \quad (5)$$

где X_{ki} – значение k -ого показателя (значение дискриминантной переменной), u_k – коэффициент i -ого уровня для k -ого показателя, c_0 – свободный член i -ого уровня сформированности компетенции.

Коэффициенты u_k для функций подбирают так, чтобы средние значения функции для разных уровней максимально отличались бы друг от друга. Решение об уровне сформированности учащегося (принадлежности к классу) принимается на основании значений дискриминантных переменных.

С помощью дискриминантного анализа уточнены три общих уровня сформированности основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся (экспериментальная группа). Исходя из полученных результатов, которые отражены в таблице 13, можно утверждать, что учащиеся с минимальным, достаточным и продвинутым уровнем идентифицированы в 100% случае – 24, 16 и 6 соответственно.

Таблица 13 – Матрица классификации уровней основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся

Ряды: исходная классификация. Колонки: предсказанная классификация.				
Уровень	Процент	Минимальный	Достаточный	Продвинутый
Минимальный	100,00	24	0	0
Продвинутый	100,00	0	0	6
Достаточный	100,00	0	16	0
Итого:	100,00	24	16	6

На основе кластерного анализа, проведенного на предыдущих шагах, получены линейные дискриминантные функции, позволяющие соотнести любого нового обучающегося к соответствующему уровню сформированности основ инженерной компетенции.

Коэффициенты классификационных функций для каждого уровня представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Коэффициенты функции классификации для набора показателей {Личностный, Мотивационный, Коммуникативный, Рефлексивный}

Коэффициент {показатель}	Уровень сформированности компетенции (кластер)		
	Минимальный	Достаточный	Продвинутый
	$p=0,52174$	$p=0,34783$	$p=0,13043$
u_1 {ЛИЧН.}	-4,48995	3,34936	9,0282
u_2 {МОТИВ.}	-3,60996	2,76178	7,0751
u_3 {КОММ.}	-4,09864	3,29553	7,6065
u_4 {РЕФ.}	-2,97120	1,82519	7,0176
Константа C_0	-6,40331	-4,26272	-25,6924

По результатам дискриминантного анализа получены следующие функции для уровней минимальный, продвинутый и достаточный:

$$f_m = -6,40331 - 4,48995 \cdot X_{личн.} - 3,60996 \cdot X_{мотив.} - 4,09864 \cdot X_{комм.} - 2,97120 \cdot X_{реф.}, \quad (6)$$

$$f_d = -4,26272 + 3,34936 \cdot X_{личн.} + 2,76178 \cdot X_{мотив.} + 3,29553 \cdot X_{комм.} + 1,82519 \cdot X_{реф.}, \quad (7)$$

$$f_n = -25,6924 + 9,0282 \cdot X_{личн.} + 7,0751 \cdot X_{мотив.} + 7,6065 \cdot X_{комм.} + 7,0176 \cdot X_{реф.} \quad (8)$$

Таким образом, была получена обучающая выборка, в которой известно к какому классу (в нашем случае уровню сформированности основ компетенции) относятся каждый учащийся в экспериментальной группе. По данной выборке было получено правило, которое позволяет определить, к какому классу будет относиться новый учащийся. Отнесение нового обучающегося к тому или иному кластеру (уровню) определяется по максимальному значению функции.

Шаг 9. Классификация результатов диагностических измерений обучающихся в контрольной группе. С помощью правила, полученного на предыдущем шаге, была определена принадлежность каждого учащегося в

контрольной группе к одному из трех уровней сформированности основ инженерной компетенции. Далее приведем пример применения методики отнесения учащегося к группе однородных объектов (обучающихся).

Определим значение каждой дискриминантной функции для результатов диагностических измерений первого учащегося в контрольной группе:

$$f_m = -6,40331 - 4,48995 \cdot 0,38785 - 3,60996 \cdot 0,61546 - 4,09864 \cdot 0,79398 - 2,97120 \cdot 0,64164 = -15,53$$

$$f_o = -4,26272 + 3,34936 \cdot 0,38785 + 2,76178 \cdot 0,61546 + 3,29553 \cdot 0,79398 + 1,82519 \cdot 0,64164 = 2,52$$

$$f_n = -25,6924 + 9,0282 \cdot 0,38785 + 7,0751 \cdot 0,61546 + 7,6065 \cdot 0,79398 + 7,0176 \cdot 0,64164 = -7,29$$

Можно констатировать, что данный обучающийся имеет достаточный уровень сформированности основ инженерной компетенции, так как значение f_o является наибольшим. По данной методике был произведен расчет для результатов диагностических измерений всех обучающихся в контрольной группе (см. Приложение E).

Исходная выборка из 46 обучающихся в экспериментальной группе была расширена выборкой из 45 обучающихся контрольной группы. Полученные данные с апостериорными вероятностями позволили определить достоверный уровень сформированности основ инженерной компетенции каждого учащегося. Чем меньше значение вероятности, тем менее вероятно, что учащийся обладает данным уровнем сформированности основ инженерной компетенции и наоборот. По наибольшему значению апостериорной вероятности классификации определяется принадлежность учащегося к группе с определенным уровнем. По полученным данным можно однозначно утверждать, что положение обучающихся в группах устойчиво, так как апостериорные вероятности близки либо к 1, либо к 0.

Полученные результаты методами многомерного статистического анализа диагностических измерений обучающихся в ЭГ и КГ по множеству показателей критериев сформированности основ инженерной компетенции школьников на констатирующем этапе представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Общий уровень сформированности основ инженерной компетенции на констатирующем этапе

Уровни / группа	ЭГ		КГ	
	чел.	%	чел.	%
Минимальный	24	52,18	23	51,11
Достаточный	16	34,78	17	37,78
Продвинутый	6	13,04	5	11,11

На основании данных констатирующего этапа можно прийти к выводу, что большая часть обучающихся показала минимальный или достаточный общие уровни сформированности основ инженерной компетенции. Из общего числа респондентов (ЭГ и КГ) продвинутый уровень был диагностирован у 11 обучающихся (12,09%), достаточный – у 33 обучающихся (36,26%), минимальный – у 47 обучающихся (51,65%). Недостаточный сформированный продвинутый общий уровень основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся, выявленный в рамках констатирующего этапа эксперимента, может негативно отразиться на обучении в профильных классах средней ступени общего образования, а также на успешность в будущей инженерной деятельности. Следовательно, приобретает актуальность целенаправленная работа по внедрению в учебно-воспитательный процесс школы структурно-функциональной модели формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся и комплекса организационно-педагогических условий.

Графическое изображение результатов диагностирования начального общего уровня сформированности основ инженерной компетенции в экспериментальной и контрольной группах показано на рисунке 23.

Для оценки возможных различий по уровню сформированности основ инженерной компетенции между ЭГ и КГ мы воспользовались методом обработки малых выборок Манна-Уитни. В отличие от метода Стьюдента, применяемый нами метод не накладывает ограничение в виде нормального распределения сравниваемых выборок.

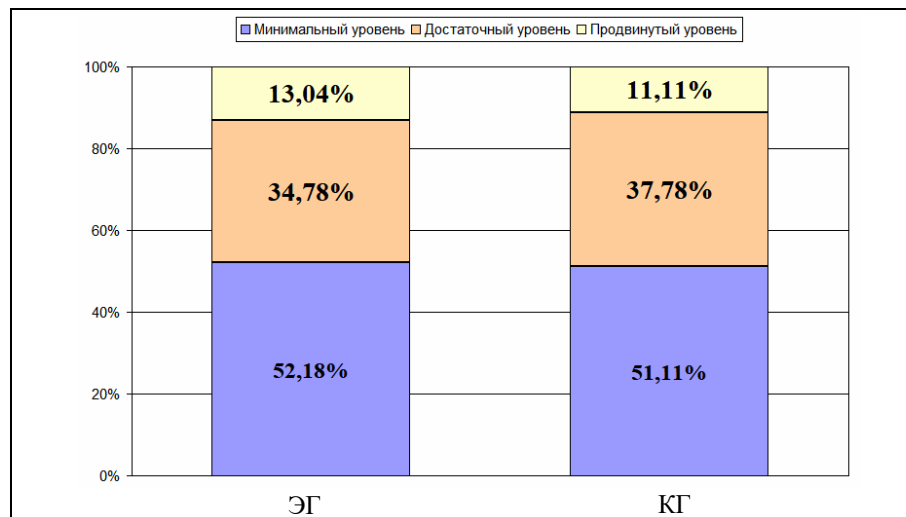


Рисунок 23 – Общий уровень сформированности основ инженерной компетенции на констатирующем этапе

Первый числовой ряд – значения от 1 до 3, соответствующие уровням сформированности (минимальный, достаточный и продвинутый) основ инженерной компетенции ЭГ. Второй числовой ряд – значения от 1 до 3, соответствующие уровням сформированности основ инженерной компетенции КГ. Два полученных ряда были проранжированы, для каждого ряда подсчитаны отдельно ранговые суммы: 2092 для первого ранга и 2094 для второго ранга.

Общая сумма рангов: $2092+2094=4186$. Расчетная сумма:

$$\sum R_i = \frac{N \cdot (N+1)}{2} = \frac{91(91+1)}{2} = 4186.$$

Равенство общей суммы и расчетной сумм соблюдено.

Гипотезы:

H_0 : результаты в КГ на констатирующем этапе эксперимента значимо не отличается от результата в ЭГ.

H_1 : результаты в КГ на констатирующем этапе эксперимента значимо отличается от результата в ЭГ.

По уровню сформированности основ инженерной компетенции большая сумма рангов в экспериментальной группе обучающихся: 2094. Вычисляем эмпирическое значение критерия:

$$U_{эм} = (46 \cdot 45) + \frac{46 \cdot (46+1)}{2} - 2094 = 1057$$

Табличные значения $U_{крит}$ для уровней значимости $\alpha = 0,05$, $\alpha = 0,01$ и $n_1 = 46$, $n_2 = 45$:

$$U_{кр} = \begin{cases} 827 & (p \leq 0,05) \\ 741 & (p \leq 0,01) \end{cases}$$

Представим данные на числовой прямой (Рисунок 24).

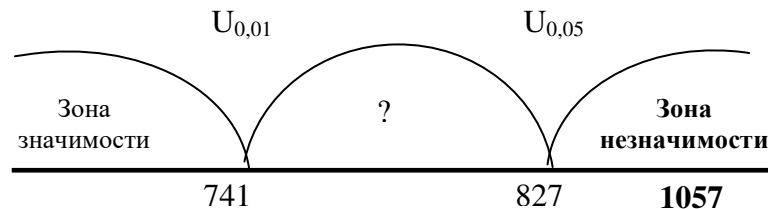


Рисунок 24 – Зона значимости эмпирических значений

Эмпирическое значение расположено в зоне значимости $U_{эмп} > U_{крит}$ ($1057 > 827$). Гипотеза H_1 отклоняется, принимается H_0 : учащиеся в контрольной группе не превосходят по уровню сформированности основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся в экспериментальной группе. Можно сделать вывод об однородности ЭГ и КГ на констатирующем этапе.

Таким образом, достоверность полученных результатов проводимой опытно-экспериментальной работы определяет тот факт, что учащиеся обеих групп изначально находились в равных условиях – распределение обучающихся по общим уровням сформированности основ инженерной компетенции практически идентично.

После проведения диагностики начального общего уровня сформированности основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся был проведен формирующий этап, содержание которого подробно рассмотрено в предыдущем параграфе диссертации.

На обобщающем этапе опытно-экспериментальной работы определено влияние реализации модели с комплексом выявленных организационно-педагогических условий на успешность реализации модели формирования основ

инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования.

В основу сравнительного анализа полученных результатов итоговой диагностики были положены показатели критериев уровней сформированности основ инженерной компетенции, описанные в параграфе 2.1. Учебно-воспитательный процесс в КГ на формирующем этапе проходил в традиционных условиях, без каких-либо изменений, тогда как в ЭГ была организована целенаправленная работа по формированию основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся согласно структурно-функциональной модели на фоне выявленного комплекса организационно-педагогических условий ее успешной реализации. Результаты итоговой диагностики представлены в таблицах 16-19.

Таблица 16 – Уровни сформированности личностно-мотивационного компонента основ инженерной компетенции на обобщающем этапе

Группа / уровень сформированности по показателям	Минимальный		Достаточный		Продвинутый	
	кол-во	%	кол-во	%	кол-во	%
Самостоятельность мышления, направленность на успех в работе						
ЭГ	4	8,70	24	52,17	18	39,13
КГ	13	28,89	26	57,78	6	13,33
Проявляет интерес к профессии инженера						
ЭГ	4	8,70	22	47,82	20	43,48
КГ	14	31,11	25	55,56	6	13,33

Проанализировав полученные данные таблиц 7 и 16, мы приходим к выводу, что произошли положительные изменения в перераспределении уровней сформированности личностно-мотивационного компонента в ЭГ и КГ. Наиболее значительные изменения наблюдаются в ЭГ. Так, доля обучающихся с продвинутым уровнем увеличилась с 8,70% до 39,13% и с 8,70% до 43,48%, тогда как доля обучающихся с минимальным уровнем уменьшилась с 43,47% до 8,70% и 50,00% до 8,70% по соответствующим показателям (Рисунок 25).

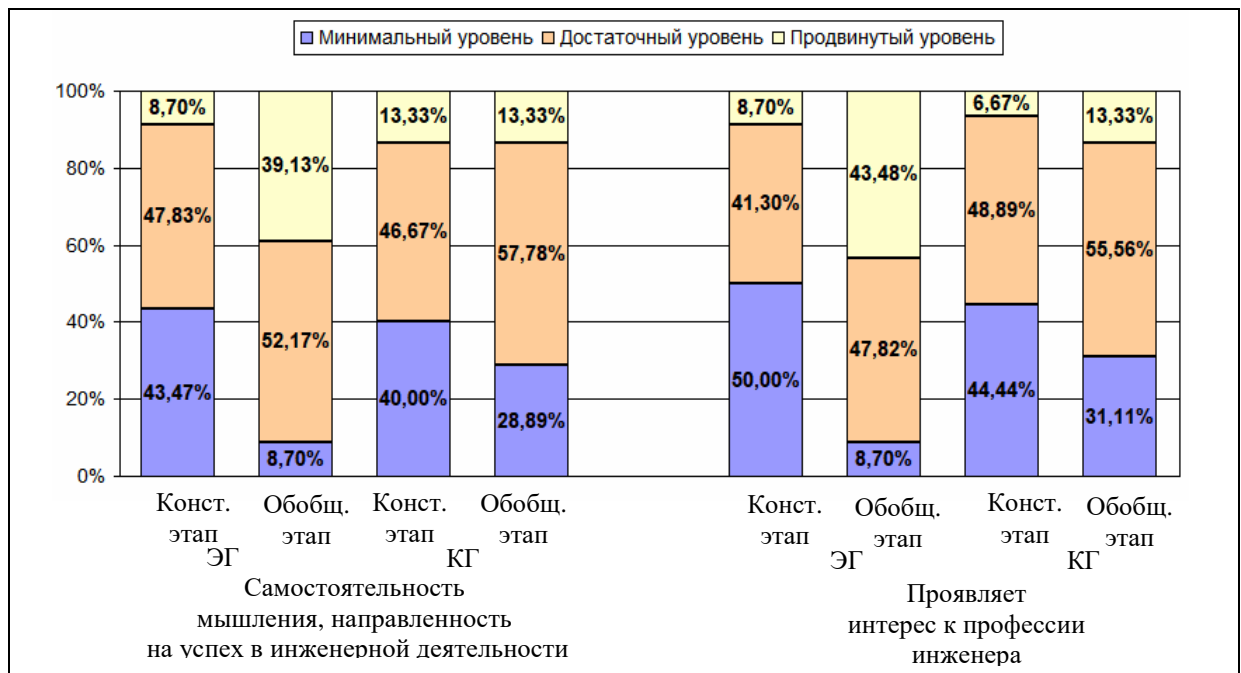


Рисунок 25 – Динамика изменения уровней сформированности личностно-мотивационного компонента основ инженерной компетенции

Необходимо отметить, что самое большое процентное значение уровня сформированности основ инженерной компетенции по мотивационному показателю, что является закономерностью, так как внедрение организационно-педагогических условий положительно влияет в первую очередь на повышение интереса обучающихся к инженерной деятельности и профессии инженера в.

Подтвердить значимость изменений в экспериментальной группе позволяет непараметрический Т-критерий Вилкоксона. Таким образом, мы можем проверить, насколько результативно была проведена работа в ЭГ.

Гипотезы:

H_0 : уровень сформированности личностно-мотивационного компонента основ инженерной компетенции на обобщающем этапе не превосходит уровень сформированности личностно-мотивационного компонента основ инженерной компетенции констатирующем этапе эксперимента.

H_1 : уровень сформированности личностно-мотивационного компонента основ инженерной компетенции на обобщающем этапе превосходит уровень сформированности личностно-мотивационного компонента основ инженерной компетенции констатирующем этапе эксперимента.

По первому показателю сформированности личностно-мотивационного компонента основ инженерной компетенции эмпирическое значение $T_{эм1} = 30,5$ расположено в зоне значимости, принимается гипотеза H_1 . По второму показателю эмпирическое значение $T_{эм2} = 28$ также расположено в зоне значимости, принимается гипотеза H_1 (Рисунок 26).

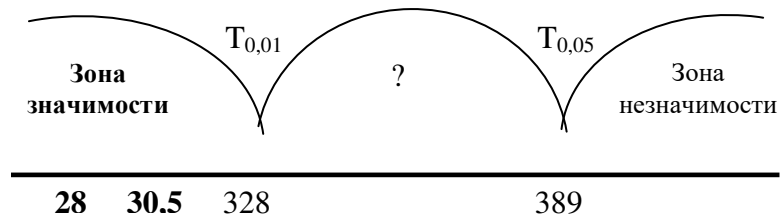


Рисунок 26 – Зона значимости эмпирических значений

Таким образом, в результате целенаправленной работы в ЭГ происходит значительное повышение уровня сформированности личностно-мотивационного компонента основ инженерной компетенции.

Проанализировав данные таблиц 8 и 17, можно сделать вывод о том, что у значительного количества обучающихся ЭГ повысился уровень сформированности коммуникативно-деятельностного компонента основ инженерной компетенции. Что означает увеличение доли обучающихся, которые умеют работать над инженерными проектами с решением проблемно-поисковых задач, а также способных эффективно взаимодействовать с участниками инженерной деятельности. У обучающихся КГ наблюдается менее выраженная положительная динамика (переход от минимального к достаточному уровню сформированности коммуникативно-деятельностного компонента основ инженерной компетенции) (Рисунок 27).

Значительное повышение уровня сформированности коммуникативно-деятельностного компонента основ инженерной компетенции в экспериментальной группе подтверждается расчетами эмпирических значений T -критерий Вилкоксона: $T_{эм1} = 61$ и $T_{эм2} = 31$ ($T_{0,01} = 328$ и $T_{0,05} = 389$).

Таблица 17 – Уровни сформированности коммуникативно-деятельностного компонента основ инженерной компетенции на обобщающем этапе

Группа / уровень сформированности по показателям	Минимальный		Достаточный		Продвинутый	
	кол-во	%	кол-во	%	кол-во	%
Владение навыками эффективной работы в команде						
ЭГ	6	13,04	23	50,00	17	36,96
КГ	15	33,34	25	55,56	5	11,10
Способность находить инновационные способы решения проблемных профессионально направленных инженерных задач						
ЭГ	7	15,22	23	50,00	16	34,78
КГ	14	31,11	27	60,00	4	8,89

Обучающиеся из экспериментальной группы решали элементарные инженерные задачи, были вовлечены в активную и разнообразную проектную инженерную деятельность, с использованием Канбан-доски, а также гибкого метода для взаимодействия с внешними участниками.

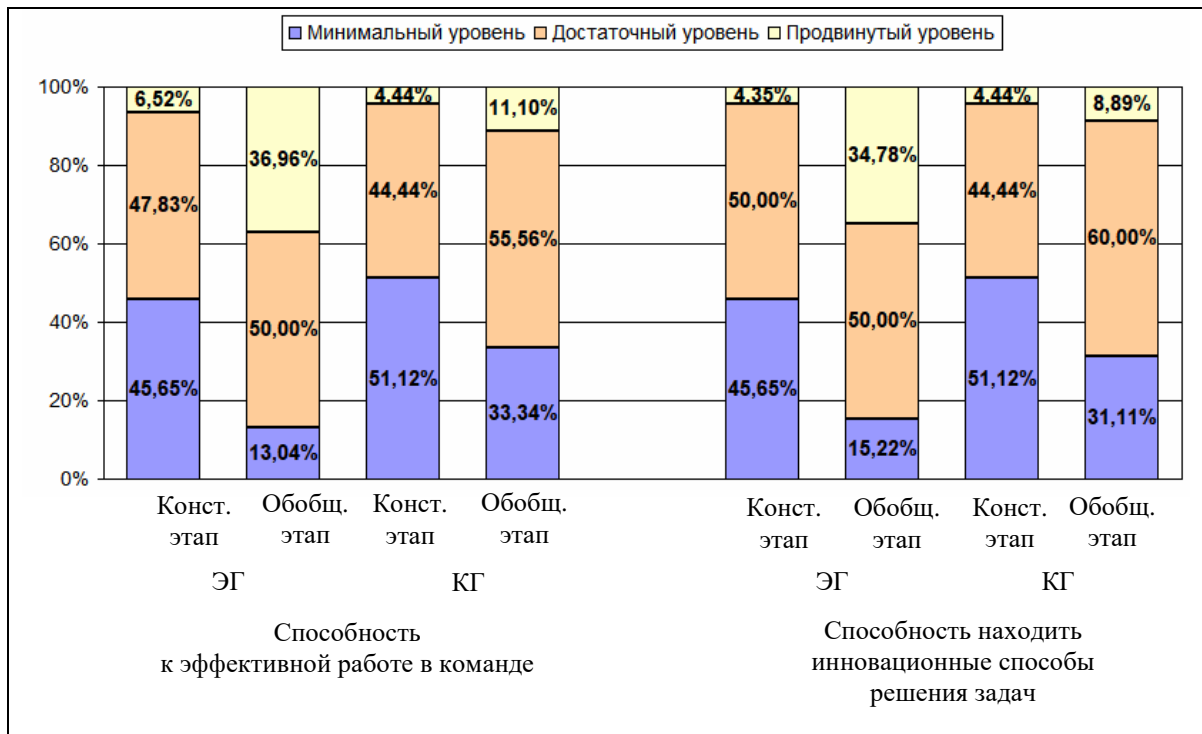


Рисунок 27 – Динамика изменения уровней сформированности коммуникативно-деятельностного компонента основ инженерной компетенции

Таблица 18 – Уровни сформированности когнитивного компонента основ инженерной компетенции на обобщающем этапе

Группа / уровень сформированности по показателям	Минимальный		Достаточный		Продвинутый	
	кол-во	%	кол-во	%	кол-во	%
Знание основных способов поиска, классификации и обработки информации						
ЭГ	6	13,04	24	52,17	16	34,79
КГ	14	31,11	22	48,89	9	20,00
Умение решать элементарные инженерные задачи						
ЭГ	5	10,87	22	47,83	19	41,30
КГ	13	28,89	24	53,33	8	17,78

Полученные данные позволяют сделать вывод, что доля обучающихся в ЭГ, у которых был сформирован продвинутый уровень когнитивного компонента основ инженерной компетенции, превышает в 3 раза долю обучающихся в КГ, что свидетельствует об успешном освоении прикладного материала в экспериментальной группе. Обучающиеся уверенно применяют полученные знания в процессе решения элементарных инженерных задач и при проведении научных исследований. Отмечаются прочные знания в начальном инженерном проектировании: анализ проблемной ситуации, прогноз проектного решения, разработка технических заданий, элементарное проектирование технических систем, оформление проектной документации, выполнение чертежей и необходимых расчетов, трехмерное моделирование проектируемого объекта, тестирование инженерных систем (механизмов), разработка плана по внедрению в общественную жизнь конечного продукта.

Сопоставляя данные таблиц 9 и 18, можно утверждать, что наблюдается положительная динамика изменения уровней когнитивного компонента основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования по соответствующим показателям в ЭГ: продвинутый уровень с 8,70% до 34,79% и с 6,52% до 41,30%. Количество обучающихся с минимальным уровнем уменьшилось с 50,00% до 13,04% и с 47,83% до 10,87% по соответствующим показателям (Рисунок 28).

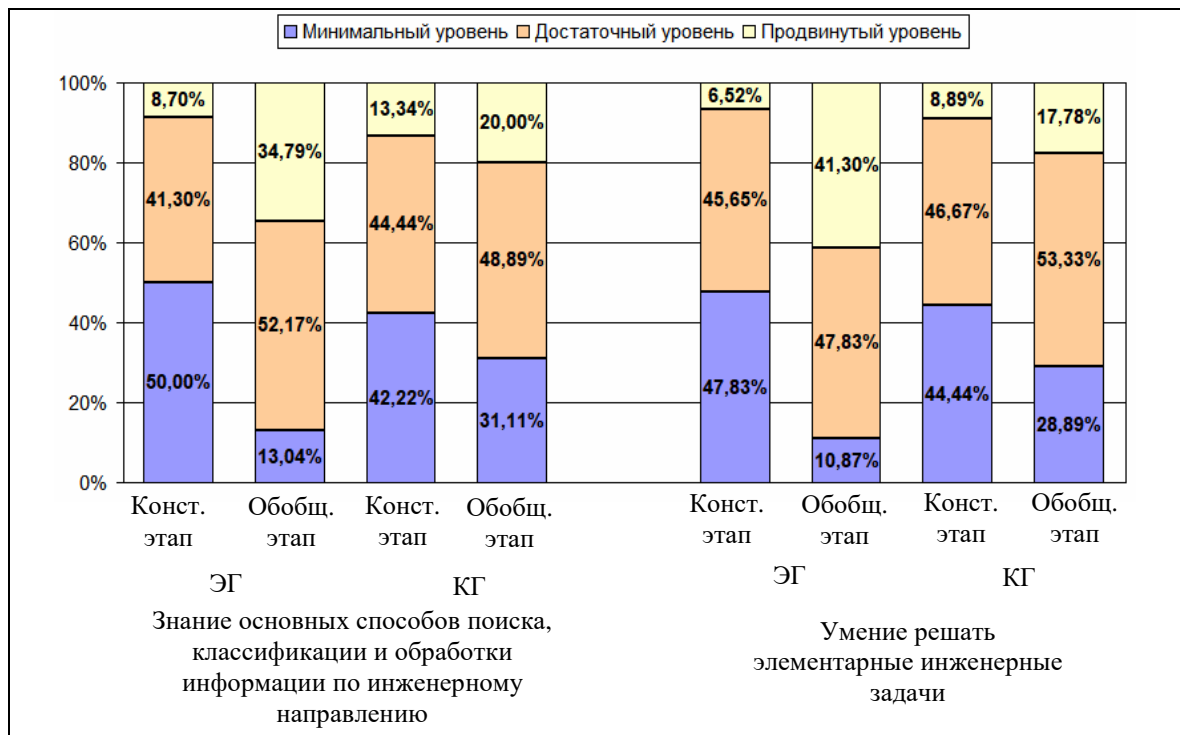


Рисунок 28 – Динамика изменения уровней сформированности когнитивного компонента основ инженерной компетенции

Найдем эмпирические значения T-критерий Вилкоксона: $T_{эмл1}=36$ и $T_{эмл2}=136$, сравниваем с критическим значением $T_{0,01}=328$ ($T_{0,05}=329$). Можно отметить, что каждое значение $T_{эмл}$ попало в зону «значимости различий», следовательно, можно утверждать о достоверном различии процентных долей обучающихся по уровням сформированности когнитивного компонента основ инженерной компетенции в ЭГ на констатирующем и обобщающем этапах эксперимента.

Таблица 19 – Уровни сформированности рефлексивно-оценочного компонента основ инженерной компетенции на обобщающем этапе

Группа / уровень сформированности по показателям	Минимальный		Достаточный		Продвинутый	
	кол-во	%	кол-во	%	кол-во	%
Способность к самоконтролю, осмыслению собственной значимости в группе						
ЭГ	5	10,87	28	60,87	13	28,26
КГ	19	42,22	20	44,44	6	13,34
Способность к адекватной оценке инженерной деятельности						
ЭГ	8	17,39	23	50,00	15	32,61
КГ	16	35,56	22	48,89	7	15,55

Сравнивая данные таблиц 10 и 19, можно сделать вывод, что уровень сформированности рефлексивно-оценочного компонента основ инженерной компетенции по соответствующим показателям в ЭГ значительно изменился: продвинутый с 6,53% до 28,26% и с 8,70% до 32,61%; достаточный – с 30,43% до 60,87% и с 28,26% до 50,00% (Рисунок 29).

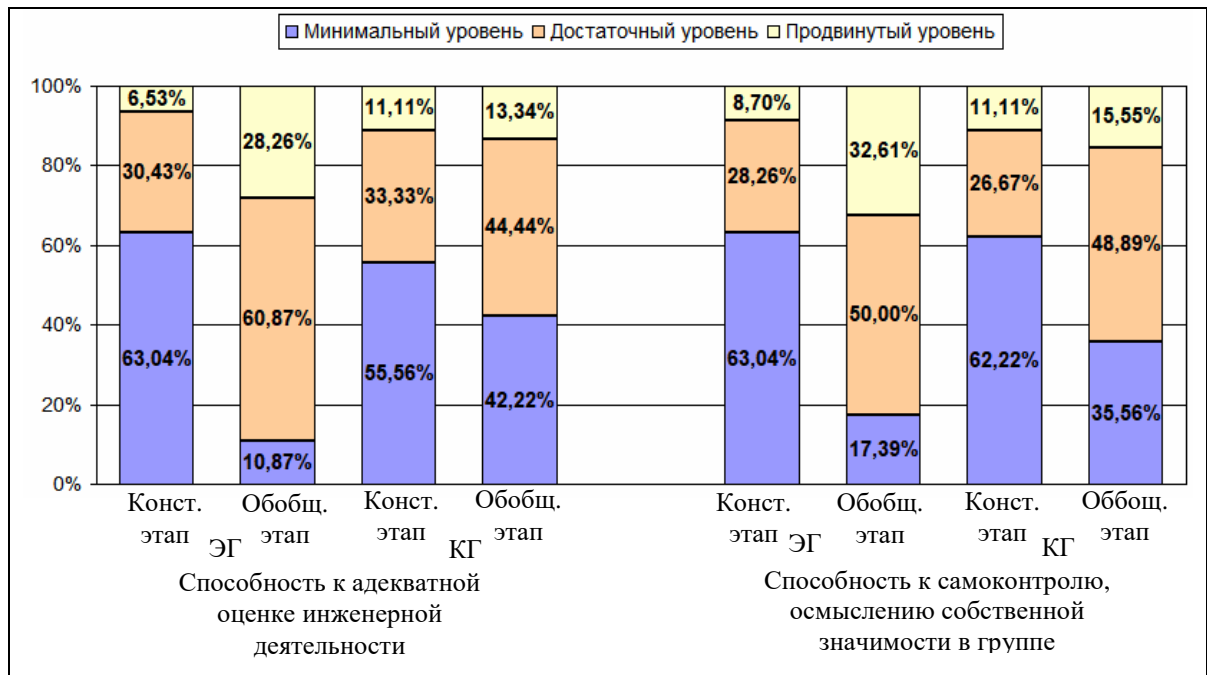


Рисунок 29 – Динамика изменения уровней сформированности рефлексивно-оценочного компонента основ инженерной компетенции

Анализируя полученные данные, мы можем говорить, что в ЭГ наблюдается ярко выраженный рост доли обучающихся с продвинутым и достаточным уровнем сформированности рефлексивно-оценочного компонента основ инженерной компетенции, тогда как в КГ менее динамичное изменение. Значительным оказалось изменение таких умений обучающихся, как продуктивно проводить анализ полученных результатов, грамотно определять траекторию дальнейшего самосовершенствования, критически подходить к оформлению проектной документации, адекватно оценивать свою деятельность и полученные результаты.

Полученные эмпирические значения $T_{эм1}=28,5$ и $T_{эм2}=29,5$, по результатам диагностик в ЭГ на констатирующем и обобщающем этапах, находятся в зоне «значимости различий» $T_{0,01}=328$ и $T_{0,05}=389$, что подтверждает

экспериментальные данные и значимое позитивное изменение уровня сформированности рефлексивно-оценочного компонента основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся в ЭГ.

Для подтверждения достоверности выводов влияние реализации модели с комплексом определенных организационно-педагогических условий на успешность процесса формирования основ инженерной компетенции обучающихся основного общего образования был использован метод U -критерия Манна-Уитни.

Сформулируем гипотезы:

H_0 : результаты в КГ значимо не отличается от результата в ЭГ.

H_1 : результаты в КГ значимо отличается от результата в ЭГ.

Эмпирические значения критерия по уровням сформированности компонентов основ инженерной компетенции представлены в таблице 20. Критические значения для $n_1=46$ и $n_2=45$ определяем по таблице: $U_{0,01}=741$ и $U_{0,05}=827$ [147].

Таблица 20 – Значения критерия $U_{эмп}$ на обобщающем этапе опытно-экспериментальной работы

Показатель уровней сформированности основ инженерной компетенции	Значения критерия $U_{эмп}$
Личностно-мотивационный компонент	
Проявляет интерес к профессии инженера	643,0
Самостоятельность мышления, направленность на успех в деятельности	538,0
Коммуникативно-деятельностный компонент	
Владение навыками эффективной работы в команде	666,0
Способность находить инновационные способы решения задач	586,5
Когнитивный компонент	
Знание основных способов поиска, классификации и обработки информации	660,0
Умение решать элементарные инженерные задачи	606,5
Рефлексивно-оценочный компонент	
Способность к адекватной оценки инженерной деятельности	594,5
Способность к самоконтролю, осмыслению собственной значимости в группе	600,5

Отмечаем, что значения $U_{эмн}$ по всем показателям уровней сформированности компонентов основ инженерной компетенции попали в зону «значимости различий» ($U_{эмн} < U_{крит}$). Следовательно, гипотеза H_0 отвергается и можно утверждать, что на уровне значимости 0,01 на обобщающем этапе опытно-экспериментальной работы в ЭГ и КГ имеются достоверные различия в достигнутых уровнях сформированности компонентов основ инженерной компетенции обучающихся.

Далее считаем необходимым провести анализ динамики общего уровня сформированности основ инженерной компетенции обучающихся в ЭГ и КГ. С этой целью, используя дискриминантные функции, была определена принадлежность каждого учащегося в ЭГ и КГ к одному из трех уровней сформированности основ инженерной компетенции (Таблица 21).

Таблица 21 – Общий уровень сформированности основ инженерной компетенции на обобщающем этапе

Уровни / группа	ЭГ		КГ	
	чел.	%	чел.	%
Минимальный	6	13,04	15	33,34
Достаточный	23	50,00	24	53,33
Продвинутый	17	36,96	6	13,33

Положительная динамика изменения общего уровня сформированности основ инженерной компетенции зафиксирована в ЭГ: доля обучающихся с продвинутым уровнем увеличилась с 13,04% до 36,96%; достаточным – с 34,78% до 50,00%; а с минимальным – уменьшилась – с 52,18% до 13,04%. Тогда как в контрольной доля обучающихся с продвинутым уровнем изменилась не значительно – с 11,11% до 13,33%, значительное изменение доли обучающихся с достаточным уровнем – с 37,78% до 53,33% и доли респондентов с минимальным уровнем – с 51,11% до 33,34% (Рисунок 30).

Проверим на достоверность изменения общего уровня сформированности основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества

обучающихся в экспериментальной группе с помощью T-критерий Вилкоксона. Таким образом, мы определим, насколько эффективно была проведена работа в экспериментальной группе.

Сформулируем статистические гипотезы:

H_0 : в ЭГ общий уровень сформированности основ инженерной компетенции в конце эксперимента не превосходит общий уровень сформированности основ инженерной компетенции в начале опытно-экспериментальной работы.

H_1 : в ЭГ общий уровень сформированности основ инженерной компетенции в конце эксперимента превосходит общий уровень сформированности основ инженерной компетенции в начале опытно-экспериментальной работы.

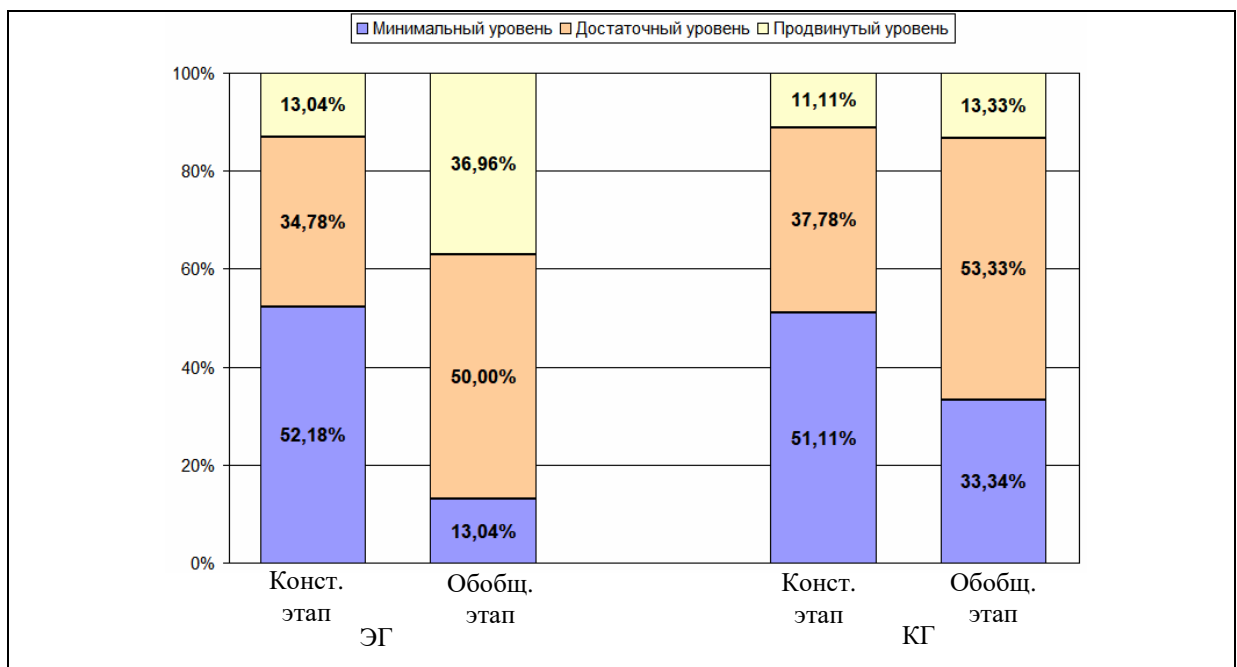


Рисунок 30 – Динамика изменения общего уровня сформированности основ инженерной компетенции

Табличные значения для $T_{0,01} = 328$ и $T_{0,05} = 389$. Расчетное эмпирическое значение $T_{эмп} = 245$ расположено в зоне значимости, принимается гипотеза H_1 . Что говорит о повышении общего уровня сформированности основ инженерной компетенции обучающихся в ЭГ в ходе опытно-экспериментальной работы.

Непараметрический U -критерий Манна-Уитни был использован для определения степени различий между окончательными результатами диагностики ЭГ и КГ.

Сформулируем статистические гипотезы:

H_0 : на обобщающем этапе опытно-экспериментальной работы результаты в КГ значимо не отличается от результата в ЭГ.

H_1 : на обобщающем этапе опытно-экспериментальной работы результаты в КГ значимо отличается от результата в ЭГ.

Проводя необходимые подсчеты, получаем эмпирические значения критерия: $U_{эмн} = 739,5$. Табличные значения $U_{крит}$ для уровней значимости $\alpha = 0,05$, $\alpha = 0,01$ и $n_1 = 46$, $n_2 = 45$:

$$U_{кр} = \begin{cases} 741 & (p \leq 0,05) \\ 827 & (p \leq 0,01) \end{cases}$$

Представим данные на числовой прямой (Рисунок 31).

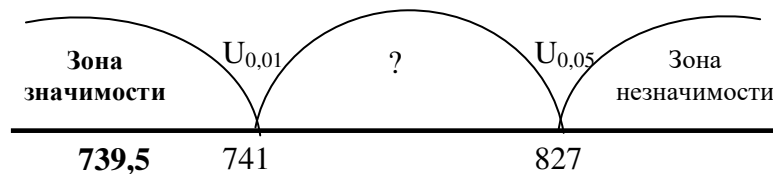


Рисунок 31 – Зона значимости эмпирических значений

$U_{эмн} = 739,5$ расположено в зоне значимости, следовательно, между ЭГ и КГ выявлено статистически значимое различие по уровням сформированности основ инженерной компетенции, нулевая гипотеза отвергается. Выявленное статистическое различие между экспериментальной и контрольной группами является закономерностью влияния организационно-педагогических условий, применяемых в экспериментальной группе.

Таким образом, в результате общий уровень сформированности основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования в ЭГ значительно выше, чем в КГ. Что свидетельствует об эффективности разработанной структурно-функциональной модели формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-

технического творчества обучающихся основного общего образования под влиянием комплекса организационно-педагогических условий ее успешной реализации.

Необходимо отметить, что наряду с зафиксированными количественными изменениями нами были отмечены и качественные изменения, которые произошли в образовательной организации: обогатилась система представлений подростков об окружающем мире; повысилась их активность и включенность в образовательный процесс; учителя информатики и геометрии отметили улучшение в знаниях и способностях обучающихся. Выпускники 9-х классов, у которых в 7-х классах формировались основы инженерной компетенции, в основном (32 из 46) выбрали технологический профиль для продолжения обучения в 10-ом классе, семеро продолжили обучение в IT-лицее при ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет», один поступил в Специализированный учебно-научный центр-школа (факультет) - интернат имени А.Н. Колмогорова Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

ВЫВОДЫ ПО ВТОРОЙ ГЛАВЕ

1. В качестве цели опытно-экспериментальной работы нами выбрана апробация модели формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования под влиянием выявленного комплекса организационно-педагогических условий.

2. Опытная-экспериментальная работа включала в себя три последовательных этапа: констатирующий, формирующий и обобщающий. На базе ОГБОУ «Гимназия № 1 имени В.И. Ленина» города Ульяновска была организована экспериментальная группа, которая охватывала 46 обучающихся, а также контрольная группа, состоящая из 45 учащихся. В экспериментальной группе была реализована модель формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования и комплекс организационно-педагогических условий. В контрольной

группе специальной работы по формированию основ инженерной компетенции не проводилось, компетенция формировалась на основе частичной реализации модели в естественных условиях учебно-воспитательного процесса гимназии на основе рабочих программ по внеурочной деятельности, в соответствии с ФГОС ООО.

3. На констатирующем этапе эксперимента была проведена начальная диагностика уровня сформированности основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования. В качестве критериев сформированности основ инженерной компетенции школьников выступили ее компоненты. Для оценки сформированности основ инженерной компетенции были отобраны соответствующие показатели для каждого критерия. С помощью дискриминантного анализа уточнены три общих уровня сформированности основ инженерной компетенции обучающихся (минимальный, достаточный, продвинутый). На основе кластерного анализа получены линейные дискриминантные функции, позволяющие соотнести любого нового обучающегося к соответствующему уровню сформированности основ инженерной компетенции.

По результатам констатирующего этапа выявлено состояние проблемы и сделан вывод о том, что большая часть обучающихся показала минимальный или достаточный уровень сформированности основ инженерной компетенции. Определено, что из общего числа респондентов продвинутый уровень был диагностирован у 11 обучающихся (12,09%), достаточный – у 33 обучающихся (36,26%), минимальный – у 47 обучающихся (51,65%). Недостаточный сформированный продвинутый уровень основ инженерной компетенции обучающихся, выявленный на констатирующем этапе, может негативно отразиться на обучении в профильных классах старшей ступени образования, а также на успешности будущей инженерной деятельности. Что подтверждает необходимость целенаправленной работы по внедрению в образовательный процесс модели формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-

технического творчества обучающихся основного общего образования и совокупности организационно-педагогических условий ее успешной реализации.

4. Разработанная нами педагогическая модель формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования может эффективно функционировать с учетом соблюдения ряда организационно-педагогических условий: 1) применение метода Канбан как инструмента управления инженерными проектами обучающихся; 2) использование гибких методов для взаимодействия с внешними участниками инженерных проектов обучающихся; 3) организация научного партнерства общеобразовательной школы и образовательных организаций высшего образования.

5. Основной целью формирующего этапа эксперимента была апробация разработанной модели формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования при реализации комплекса организационно-педагогических условий.

6. На обобщающем этапе опытно-экспериментальной работы было определено влияние комплекса организационно-педагогических условий на успешность реализации разработанной модели формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования. Получены следующие результаты: значительная положительная динамика уровня сформированности основ инженерной компетенции зафиксирована в экспериментальной группе, так доля обучающихся с продвинутым уровнем увеличилась 13,04% до 36,96%; достаточным – с 34,78% до 50,00%; а с минимальным – уменьшилась – с 52,18% до 13,04%. Тогда как в контрольной группе доля обучающихся с продвинутым уровнем изменилась не значительно – с 11,11% до 13,33%, значительное изменение доли обучающихся с достаточным уровнем – с 37,78% до 53,33% и доли респондентов с минимальным уровнем – с 51,11% до 33,34%.

7. Достоверность и объективность полученных результатов проверялась с помощью с помощью методов математической статистики: Т-критерия Вилкоксона и непараметрического U-критерия Манна-Уитни.

8. Анализ результатов проведенной работы показывает, что разработанная нами структурно-функциональная модель формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования является эффективной на фоне выявленных организационно-педагогических условий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Стремительная цифровизация всех аспектов деятельности человечества, внедрение современных цифровых технологий в различные сферы жизни и производства, нарастающая автоматизация и роботизация в промышленности и экономике, обуславливают потребность в инженерных кадрах высокого класса, владеющих необходимыми знаниями, развитыми профессиональными умениями и обладающих значимыми личностными качествами. Сегодня сфера образования представляется одной из наиболее перспективных площадок для создания инновационной системы непрерывной подготовки молодых кадров, способных осуществить технологический прорыв, с помощью развития инженерного творчества подростков в рамках программ внеурочной деятельности общеобразовательной организации, направленных на формирование основ инженерной компетенции.

Данное диссертационное исследование посвящено решению обозначенной проблемы состоящей в необходимости научного обоснования и разработке обеспечения организации педагогического сопровождения процесса формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования.

Цель исследования состояла в теоретическом обосновании и проверки опытно-экспериментальным путем модели формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования и комплекса организационно-педагогических условий успешной реализации разработанной модели.

Сущность понятия «основы инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования» заключается в совокупности интегративных качеств личности школьников, которая проявляется в единстве компонентов:

– личностно-мотивационного (положительное отношение к инженерной деятельности, устойчивый интерес к профессии инженера, который проявляется в

потребности индивида в знаниях, умениях, опыте, в освоении эффективных способов организации профессиональной деятельности);

– когнитивного (совокупность фундаментальных и прикладных знаний в области инженерной деятельности для применения их в решении исследовательских и проблемных задач профессиональной деятельности);

– коммуникативно-деятельностного (овладение учащимися навыками и умениями такими как: вести проектную и научно-исследовательскую работу, применяя полученные инженерные знания, эффективной работы в команде);

– рефлексивно-оценочного (способность школьника к адекватной оценки своей инженерной деятельности и ее результатов, к самоконтролю и самоанализу).

Основы компетенции обусловлены инженерной деятельностью через знания, умения и опыт творческого решения элементарных инженерных задач.

Формирование основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся – это целенаправленный педагогический процесс, который осуществляется в организации общего образования и детерминирует развитие личностных качеств, приобретение знаний, умений и опыта для обоснования собственной позиции при решении элементарных инженерных задач и первичном профессиональном самоопределении.

Собственный опыт преподавательской деятельности и теоретическое исследование по проблеме формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования позволили разработать модель формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования. Методологической основой создания модели являлся комплекс системного, компетентностно-деятельностного и личностно-ориентированного подходов. Разработанная структурно-функциональная модель реализовывалась с учетом следующих принципов: целостности; структурированности; сложности; открытости системы; сознательности и творческой активности; профессиональной ориентированности обучения;

полисубъектного взаимодействия; доверительного отношения и самореализации; творческого начала; индивидуальности.

В диссертационном исследовании выявлено, что успешность реализации модели формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования, определяется следующими организационно-педагогическими условиями: 1) применение метода Канбан как инструмента управления инженерными проектами обучающихся; 2) использование гибких методов для взаимодействия с внешними участниками инженерных проектов обучающихся; 3) организация научного партнерства общеобразовательной школы и образовательных организаций высшего образования. Выбор условий осуществлялся с учетом возрастных особенностей учащихся, требований ФГОС ООО, сущности основ инженерной компетенции обучающихся, достижения научно-технического прогресса.

Проведя статистическую обработку результатов измерений на этапах опытно-экспериментальной работы, можно констатировать достижение поставленной цели диссертационного исследования и подтверждение исходной гипотезы.

Перспективы дальнейшей разработки темы.

Перспективные направления в разработке проблемы связаны с выявлением закономерностей процесса формирования основ инженерной компетенции обучающихся; совершенствование и технологическое обогащение образовательного процесса подготовки учащихся к инженерной деятельности; определение влияния уровней сформированности основ инженерной компетенции обучающихся на успешность их обучения в высших учебных заведениях; определение новых эффективных способов повышения мотивации учащихся; разработке практических рекомендаций по обеспечению процесса формирования основ инженерной компетенции в сфере научно-технического творчества обучающихся основного общего образования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айвазян, С.А., Мхитарян, В.С. Прикладная статистика и основы эконометрики: учебник для вузов / С.А. Айвазян, В.С. Мхитарян – М.: ЮНИТИ, 1998. – 1023 с.
2. Аленова, А.Н. Формирование инженерно-технических компетенций подростков в организациях дополнительного образования: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / Аленова Алена Николаевна. – Казань, 2019. – 183 с.
3. Анисимова, Т.И., Шатунова, О.В. Технологии и модели развития инженерного образования в рамках профориентационной работы школы и вуза / Т.И. Анисимова, О.В. Шатунова // Инженерное образование. – 2017. – № 21. – С. 175-180.
4. Атлас профессий будущего / Н.Ю.Анисимов, Л.М. Гохберг, Г.О. Греф, Н.В. Дудина, С.В. Черногорцева, Н.А. Шматко и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики»; ПАО «Сбербанк». – Вып. 2 – М.: НИУ ВШЭ, 2021. – 240 с.
5. Афанасьев, В.Г. Моделирование как метод исследования социальных систем / В.Г. Афанасьев // Системные исследования. Методологические проблемы: Ежегодник. – М.: Наука, 1982. – С. 26-46.
6. Бабич, Л.В., Мироненко, Е.С. Роль конкурсов научно-технического творчества в личностном развитии детей и молодежи / Л.В. Бабич, Е.С. Мироненко // Вопросы территориального развития. – 2020. – №4. – С. 1-15.
7. Баранов, Е.В. Техническая подготовка обучающихся: Аспект профессионального самоопределения: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / Баранов Евгений Вадимович. – М., 2006. – 136 с.
8. Басова, Н.В. Этапы опытно-экспериментальной работы по активизации самостоятельной деятельности / Н.В. Басова // Проблемы и перспективы развития образования в России. – 2015. – № 32. – С. 45-49.

9. Белоновская, И.Д. Формирование основ инженерной компетентности специалиста в условиях университетского комплекса: дис. ... д-ра педагогических наук: 13.00.08. – Оренбург, 2006. – 487 с.
10. Беликов, В.А. Дидактические основы организации учебно-познавательной деятельности школьников: дис. ... доктора педагогических наук: 13.00.01. / Беликов Владимир Александрович – Магнитогорск, 1995. – 350 с.
11. Белкина, В.В. Воспитание демократической культуры подростков как целевая функция образовательной организации: дис. ... д-ра. пед. наук: 13.00.01 / Белкина Вера Валентиновна. – Ярославль, 2021. – 487 с.
12. Беляков, Е.М., Воскресенская, Н.М., Иоффе, А.Н. Проектная деятельность в образовании / Е.М. Беляков, Н.М. Воскресенская, А.Н. Иоффе // Проблемы современного образования. – 2011. – № 3. – С. 62-67.
13. Бешенков, С. А. Моделирование и формализация: метод. пособие / С.А. Бешенков. – М.: БИНОМ. Лаборатория Базовых Знаний, 2002. – 336 с.
14. Блинов, В.И., Сергеев, И.С. Как реализовать компетентностный подход на уроке и во внеурочной деятельности / В.И. Блинов, И.С. Сергеев. – М.: Аркти, 2009. – 130 с.
15. Богоявленская, Д.Б. Исследовательская деятельность как путь сопровождения развития учащихся / Д.Б. Богоявленская // В сборнике: Психолого-педагогическое образование в вузе: прошлое, настоящее, будущее. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 45-летию кафедры психологии ФГБОУ ВО «УлГТУ». Ульяновск: ФГБОУ ВО«УлГТУ», 2014. – С. 138-144.
16. Большакова, З.М., Тулькибаева, Н.Н. Компетенции и компетентность / З.М. Большакова, Н.Н. Тулькибаева // Вестник ЮУрГУ. Серия: Образование. Педагогические науки. – 2009. – № 24 (157). – С. 13-19.
17. Большой энциклопедический словарь / гл. ред. А.М. Прохоров. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Большая Рос. энцикл.; СПб.: Норинт, 2004. – 1456 с.

18. Бухарова, Г.Д. Опыт-поисковая, опыт-экспериментальная работа и педагогический эксперимент в диссертационных исследованиях / Г.Д. Бухарова // Научные исследования в образовании. – 2012. – № 11. – С. 6-11.
19. Бытко, Ю.И., Ладно, А.С. Девиантное поведение подростков / Ю.И. Бытко, А.С. Ладно // СоцИс. – 2008. – №4. – С. 5-20.
20. Вагнер, И.В., Власова, Ю.Ю. Эффективные механизмы привлечения школьников к научно-техническому творчеству / И.В. Вагнер, Ю.Ю. Власова // МНИЖ. – 2014. – № 7-2 (26). – С. 53-55.
21. Васильева, В.Д. Проблема формирования проектной культуры будущего инженера / В.Д. Васильева, Р.М. Петрунева // Мир науки, культуры, образования. – 2010. – № 3 (22). – С. 105-107.
22. Васильева, О.Н., Коновалова, Н.В. Инженерные классы как инструмент профессиональной навигации / О.Н. Васильева, Н.В. Коновалова // Высшее образование в России. – 2018. – № 12. – С. 136-143.
23. Винеvская, А.В. Метод кейсов в педагогике: практикум для учителей и студентов / А.В. Винеvская; под ред. М.А. Пуйловой. – Ростов н/Д: Феникс, 2015. – 143 с.
24. Волков, Б.С. Психология подростка: учеб. пособие / Б.С. Волков. – СПб.: Питер, 2010. – 240 с.
25. Вражнова, М.Н. Инженерная профессия сегодня / М.Н. Вражнова // Высшее образование в России, 2004. – №5. – С. 115-119.
26. Власова, Н.О. Формирование основ инженерно-технических умений учащихся общеобразовательной школы в урочной деятельности / Н.О. Власова // Современное педагогическое образование, 2021. – № 8. – С. 47-49.
27. Выготский, Л.С. Динамика и структура личности подростка // Собрание сочинений: в 6 т. / Л.С. Выготский. // Детская психология. – М.: АСТ, 2016. – С. 220-242.
28. Вяткин, Л.Г. Сущность личностно-ориентированной парадигмы образования: методологические, общедидактические и методические аспекты /

Л.Г. Вяткин, Г.И. Железовская, Г.Д. Турчин, С.Н. Филипченко. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2000. – 134 с.

29. Галиновский, А.Л., Хапаева, С.С., Хаулин, А.Н. Опыт и перспективы реализации инженерно-технологического обучения школьников / А.Л. Галиновский, С.С. Хапаева, А.Н. Хаулин // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Педагогика. – 2016. – № 3. – С. 100-109.

30. Головей, Л.А. Практикум по возрастной психологии / Л.А. Головей, Е.Ф. Рыбалко. – СПб.: Речь: Сфера, 2001. – 682 с.

31. Гребнева Д.М. Достоинства и недостатки использования программируемых конструкторов Lego при обучении робототехнике / Д.М. Гребнева // Наука и перспективы. – 2017. – № 2. – С. 7-11.

32. Григорьев, Д.В. Внеурочная деятельность школьников. Методический конструктор: пособие для учителя / Д.В. Григорьев, П.В. Степанов. – М.: Просвещение, 2011. – 223 с.

33. Гриц, М.А., Дегтярева, А.В., Чеботарева, Д.А. Возможности 3D-технологий в образовании / М.А. Гриц, А.В. Дегтярева, Д.А. Чеботарева // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2015. – Т. 2. – № 11. – С. 925-927.

34. Громов, Е.В. Профильное обучение в контексте модернизации российского образования / Е.В. Громов // Сибирский педагогический журнал. – 2008. – № 14. – С. 287-294.

35. Гусев, С.С. Взаимодействие познавательных процессов в научном и техническом творчестве / С.С. Гусев, Е.А. Гусева // под. ред. В.Т. Мищерякова. Л.: Наука, 1989. – 128 с.

36. Даль, В.И. Толковый словарь живого великорусского языка: В 4 т. / В.И. Даль. – М.: Русский язык, 2000. – 779 с.

37. Девлет-Гельды, Г.К. Социальное партнерство школы и ВУЗа / Г.К. Девлет-Гельды // Гуманитарный вестник. – 2015. – № 6 (32). – С. 6-16.

38. Дементьева, Е.Е. К вопросу качества инженерного образования / Е.Е. Дементьева, С.Б. Могильницкий // Инженерное образование. – 2017. – № 21. – С. 145-153.
39. Дементьева, И.В. Формирование проектно-исследовательской компетенции учащихся старших классов: дис. ... кандидата педагогических наук: 13.00.01 / Дементьева Инга Валерьевна – Челябинск, 2013. – 165 с.
40. Дикая, И.В. Научно-техническое творчество-инновационный подход выявления талантливых студентов в педагогических вузах / И.В. Дикая // Технологическое образование. – 2014. – № 1. – С. 40-48.
41. Дружинин, В.Н. Психодиагностика общих способностей / В.Н. Дружинин. – М.: Издательский центр «Академия», 1996. – 224 с.
42. Ермилин, А.И., Ермилина, Е.В. Исследовательская конференция в системе дополнительного научного образования школьников / А.И. Ермилин, Е.В. Ермилина // Знание. Понимание. Умение. – 2008. – № 2. – С. 88-93.
43. Жамбю, М. Иерархические кластер-анализ и соответствия. / М. Жамбю. – М.: Финансы и статистика, 1988. – 342 с.
44. Жданов, Э.Р., Яфизова, Р.А., Баринова, Н.А., Салимова, Е.С., Галлиев, А.Ф. Проектно-исследовательская деятельность как фактор развития инженерно-технических способностей и инновационного потенциала детей и молодежи в условиях дополнительного образования / Э.Р. Жданов [и др.] // МНКО. – 2016. – № 6 (61). – С. 157-159.
45. Жуков В.В., Ляпина С.Ю., Тарасова В.Н. Формирование базовых компетенций для будущей инженерной деятельности в условиях ускорения научно-технического прогресса / В.В. Жуков, С.Ю. Ляпина // Инновации. – 2017. – № 11 (229). – С. 88-96.
46. Захарова, И.Г. Возможности концепции Agile для поддержки профессионального самоопределения студентов-педагогов с использованием платформы Трелло / И.Г. Захарова, Е.Г. Белякова // Вестник Томского государственного университета. – 2020. – № 454. – С. 190-197.

47. Закон «Об образовании в Российской Федерации» (текст с изм. и доп. на 2019 г.). – М.: Эксмо, 2019. – 144 с.
48. Зверев, Е., Никифоров, А.. Кластерный анализ: формирование индикатора риска для больших совокупностей учетной информации / Е. Зверев, А. Никифоров // Внутренний контроль в кредитной организации. 2018. – № 3 (39). – С. 24-35.
49. Зеер, Э.Ф., Павлова, Л.М., Сыманюк, Э.Э. Модернизация профессионального образования: компетентностный подход. Учебное пособие. / Э.Ф. Зеер, А.М. Павлова, Э.Э. Сыманюк. – М.: Московский психолого-социальный институт, 2005. – 216 с.
50. Зимняя, И.А. Ключевые компетенции - новая парадигма результата образования / И.А. Зимняя // Высшее образование сегодня. – 2003. – № 5. – С. 34-42.
51. Зиятдинова, Е.В. Формирование коммуникативных компетенций школьников в проектной деятельности: дис. ... кандидата педагогических наук: 13.00.01 / Зиятдинова Евгения Вячеславовна. – Уфа, 2012. – 241 с.
52. Зобнина, А.А. Условия организации сетевого взаимодействия вуза и школы: опыт и проблемы / А.А. Зобнина // Научно-педагогическое обозрение. Pedagogical Review. – 2017. – №1 (15). – С. 114-125.
53. Зуев, П.В., Кошечева, Е.С. Развитие инженерного мышления обучающихся в процессе обучения / П.В. Зуев, Е.С. Кошечева // Педагогическое образование в России. –2016. – № 6. – С. 44-49.
54. Ибрагимова, Г.Ф. Формирование учебно-познавательной компетенции у младших школьников во внеурочной деятельности общеинтеллектуального направления: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / Ибрагимова Гульдар Фанисовна. – Уфа, 2019. – 296 с.
55. Иванова, И.В. Организация внеурочной деятельности как условие обеспечения профессионального самоопределения старшеклассников: авторское видение решения проблемы / И.В. Иванова // Методист. – 2014. – № 6. – С. 13-18.

56. Иванова, И.В., Иванов, Н.Г. Модель организации внеурочной деятельности по развитию инженерного мышления учащихся / И.В. Иванова, Н.Г. Иванов. // Нижегородское образование. – 2014. – №2. – С. 172-181.

57. Иванов, В.Г., Кондратьев, В.В., Кайбияйнен, А.А. Современные проблемы инженерного образования: итоги международных конференций и научной школы / В.Г. Иванов, В.В. Кондратьев, А.А. Кайбияйнен // Высшее образование в России. – 2013. – № 12. – С. 66-77.

58. Ильина, А.В. Организация проектной и исследовательской деятельности обучающихся в условиях введения нового образовательного стандарта / А.В. Ильина // Научное обеспечение системы повышения квалификации кадров. – 2011. – № 2 (7). – С. 127-132.

59. Ильина, М.В. Организационно-педагогические условия формирования ключевых компетенций обучающихся основной школы: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / Ильина Марина Владимировна. – Калининград, 2011. – 232 с.

60. Ильмушкин, Г.М. Системное моделирование в процессе реализации непрерывной многоуровневой подготовки специалиста: монография / Г.М. Ильмушкин. – Димитровград: ДИТУД, 2005. – 354 с.

61. Казанская, В. Подросток. Социальная адаптация / В. Казанская. – СПб.: Питер, 2011. – 288 с.

62. Кандерова, О.Н. Подготовка к научно-исследовательской деятельности в условиях взаимодействия «профильная школа-вуз»: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / Кандерова Ольга Николаевна – Подготовка – Ижевск: Удмурт. гос. ун-т, 2005. – 212 с.

63. Карпов, А.В. Рефлексивность как психическое свойство и методика ее диагностики / А.В. Карпов // Психологический журнал, 2003. – Т. 24. – № 5. – С. 45-57.

64. Климов, А.М. Введение в специальность: конспект лекций для студентов дневного и заочного отделений направлений подготовки 240700, 260100 // А.М. Климов, Е.И. Муратова, П.А. Галкин, А.В. Майстренко. – Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2014. – 80 с.

65. Концепция преподавания предметной области «Технология» в образовательных организациях Российской Федерации, реализующих основные общеобразовательные программы [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <https://docs.edu.gov.ru/document/c4d7feb359d9563f114aea8106c9a2aa>.
66. Комарова, Ж. Жизнь в действии / Ж. Комарова // Наука и инновации. – 2013. – №130. – С. 48-51.
67. Комарова, Т.В. Организация и проведение школьных предметных олимпиад как средство выявления и развития способностей личности школьника (на примере олимпиады по предмету «Основы православной культуры») / Т.В. Комарова // Вестник ПСТГУ. Серия 4: Педагогика. Психология. – 2011. – № 22. – С. 13-19.
68. Кон И.С. Психология старшеклассника: Пособие для учителей // И.С. Кон. – М.: Аспект-Пресс, 2012. – 206 с.
69. Копосов, Д.Г. Робототехника. Конструктор SPIKE LEGO® Education SPIKE Prime. 5-8 классы: учебное пособие для общеобразовательных организаций / Д.Г. Копосов – М.: Просвещение, 2021. – 176 с.
70. Королев, А.Л. Проектная инженерная деятельность в школьном образовании / А.Л. Королев // Вестник Шадринского государственного педагогического университета. – 2019. – № 2 (42). – С. 62-68.
71. Коростелев, А.А., Ярыгин, О.Н. Компетентностный подход: проблемы терминологии / А.А. Коростелев, О.Н. Ярыгин // Вектор науки Тольяттинского гос. ун-та. – Тольятти. – 2011. – № 2. – С. 212-220.
72. Косарев, В.Н., Рыков, М.Ю. К вопросу о личностно-ориентированном подходе в обучении и образовании / В.Н. Косарев, М.Ю. Рыков // Artium Magister. – 2007. – № 10. – С. 89-91.
73. Котряхов, Н.В. Организационно-педагогические условия реализации технологии социального проектирования в основной школе / Н.В. Котряхов, Н.С. Жемчуева // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2022. – № 4. – С. 152-169.

74. Котовщикова, К.В. Теория поколений: специфика поколения Z / К.В. Котовщикова // В сборнике: Вызовы времени и ведущие мировые научные центры Сборник статей Международной научно-практической конференции. – Челябинск: Омега сайнс, 2019. – С. 192-195.
75. Краевский, В.В. Общие основы педагогики / В.В. Краевский. – М.: Академия, 2008. – 256 с.
76. Краевский, В.В. Общие основы педагогики / В.В. Краевский. – М.: Академия, 2008. – 256 с.
77. Краснопольский, В.Е. Применение WEB-технологий в кейс-методе / В.Е. Краснопольский // Вестник ЛНУ им. Тараса Шевченка. – 2012. – № 20. – С. 12-21.
78. Крейншлин, Л.Э. Инженерная деятельность как направление развития дополнительного образования в школе / Л.Э. Крейншлин // Про-ДОД. – 2021. – № 3(33). – С. 15-24.
79. Кушка, М.Г. Девиантное поведение подростков как искажение семейного воспитания / М.Г. Кушка // Kant. – 2018. – № 2 (27). – С. 99-101.
80. Лазарев, В.С. Проектная деятельность в школе: неиспользуемые возможности / В.С. Лазарев // Вопросы образования. – 2015. – № 3. – С. 292-307.
81. Лебедев, О.Е. Компетентностный подход в образовании. / О.Е. Лебедев // Школьные технологии. – 2004. – № 5. – С. 3-12.
82. Лейбов, А.М., Каменев, Р.В., Осокина, О.М. Применение технологий 3D-прототипирования в образовательном процессе / А.М. Лейбов, Р.В. Каменев, О.М. Осокина // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5. – С. 93-101.
83. Леонтович, А.В. Концептуальные основания моделирования исследовательской деятельности учащихся / А.В. Леонтович // Школьные технологии. – 2006. – № 5. – С. 63-71.
84. Леонтьева, Т.И., Котенко, С.Н. Особенности обучения иностранному языку поколения Z: традиции и новаторство / Т.И. Леонтьева, С.Н. Котенко // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. – 2017. – Т. 9. – № 1. – С. 152-158.

85. Липницкий, Л.А., Пильгун, Т.В. Аддитивные технологии и их перспективы в образовательном процессе / Л.А. Липницкий, Т.В. Пильгун // Системный анализ и прикладная информатика. – 2018. – № 3. – С. 76-82.

86. Лучшие психологические тесты для профотбора и профориентации: пособие по профориентации / под ред. А.Ф. Кудрякова. Петрозаводск: Петроком, 1992. – 318 с.

87. Маврина, И.А, Мотышева, А.А. Проектирование системы критериальных оценок эффективности деятельности профессиональных объединений педагогов как субъектов развития образовательного учреждения / И.А. Маврина, А.А. Мотышева // Прикладная психология и психоанализ. 2006. – № 8. – С. 30-39.

88. Макарова, О.Ю. Критерии и показатели оценки эффективности функционирования воспитательной системы вуза / О.Ю. Макарова // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 1-2. – С. 348-351.

89. Максимова, Н.Г. Модель подготовки многофункционального инженера, готового к комплексной инженерной деятельности / Н.Г. Максимова // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-1. – С. 935.

90. Малова, Е.Н. Формирование творческой активности младших школьников в процессе взаимодействия образовательных организаций дополнительного и высшего образования: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / Малова Елена Николаевна. – Казань, 2019. – 183 с.

91. Матяш, Н.В. Психология проектной деятельности школьников в условиях технологического образования / Н.В. Матяш; под ред. В.В. Рубцова. – Мозырь: РИФ «Белый ветер», 2000. – 286 с.

92. Махотин, Д.А. Инженерная подготовка в технологическом образовании школьников / Д.А. Махотин // Казанский педагогический журнал. – 2016. – № 2-2 (115). – С. 301-304.

93. Мелекесова, Р.М. Предпрофильная подготовка обучающихся основной школы на основе образовательных проб: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / Мелекесова Роза Муслухетдиновна. – Ижевск, 2011. – 238 с.

94. Меренков, А.В., Артем О.Я. Потребность в техническом образовании у выпускников школ / А.В. Меренков, О.Я. Артем // Дискуссия. – 2015. – № 3 (55). – С. 85-90.

95. Михайлов, В.А. Научное творчество: Методы конструирования новых идей на основе ТРИЗ : Учебное пособие / В.А. Михайлов, П.М. Горев, В.В. Утемов. – 2-е, доп.. – Москва : Ленанд, 2018. – 168 с.

96. Михайлова, В.Е. Развитие инженерной компетенции в условиях дополнительного образования детей / В.Е. Михайлова // В сборнике: Роль инноваций в трансформации современной науки: тезисы докладов Международной научно-практической конференции. – Уфа: НИЦ Аэтерна, 2016. – С. 264-267.

97. Морамзина, Л.А., Безрукова, Н.П. Формирование элементов инженерной компетенции школьников в процессе реализации дополнительных образовательных программ по инженерной графике / Л.А. Морамзина, Н.П. Безрукова // Развитие детского технического творчества: методический сборник. – Красноярск: Городской информационно - издательский центр, 2013. – С. 4-16.

98. Мороз, Е.А. Формирование готовности старших подростков к профессиональному самоопределению в условиях предпрофильной подготовки в системе «школа - вуз»: автореф. дис. ... канд. пед. Наук / Мороз Елена Алексеевна – М., 2005. – 28 с.

99. Мустафин, И.Р. Непрерывное политехническое образование молодежи: исторический опыт и тенденции развития / И.Р. Мустафин // В сборнике: труды научного конгресса 18-го Международного научно-промышленного форума. – Н.Новгород: ННГАСУ, 2016. – С. 464-465.

100. Найн, А.Я. О методологическом аппарате диссертационных исследований / А.Я. Найн // Педагогика. – 1995. – № 5. – С. 44-49.

101. Некрасова, Н.А. Учебник по философии техники для МИИТа. – М.: МИИТ, 2010. – 164 с.

102. Никулин, С.К. Техническое творчество учащихся: история становления и развития / С.К. Никулин // Техническое творчество молодежи. – 2018. – № 5(111). – С. 17-20.

103. Новоселова, О.Ю., Фирсова, С.П. Научно-исследовательский потенциал взаимодействия школа – вуз / О.Ю. Новоселова, С.П. Фирсова // Казанский педагогический журнал. – 2018. – №1. – С. 93-95.

104. Нурмеева, Е.К. Личность инженера как аспект рассмотрения, необходимый для формирования у студентов текстовой компетенции / Е.К. Нурмеева // АНИ: педагогика и психология. – 2018. – №2 (23). – С. 180-182.

105. Обухов, А.С. Рефлексия в проектной и исследовательской деятельности / А.С. Обухов // Исследовательская работа школьников. – 2005. – № 3. – С. 18-38.

106. Одегов, Ю.Г., Руденко, Г.Г., Апенько, С.Н., Мерко, А.И. Мотивация персонала: Учебное пособие. Практические задания (практикум). – М.: Издательство «Альфа-Пресс», 2010. – 640 с.

107. Ожегов, С. И. Словарь русского языка: Ок. 53000 слов / С.И. Ожегов; [ред. проф. Л.И. Скворцова]. – 24-е изд., испр. – М.: ООО «Издательский дом «ОНИКС 21 век»: ООО «Издательство «Мир и Образование», 2003. – 896 с.

108. Орехов, В.И. Антикризисное управление: учеб. пособие / В.И. Орехов, К.В. Балдин, Н.П. Гапоненко. – М.: ИНФРА-М, 2008. – 544 с.

109. Осенчугова, Т.В. Обучение физике на основе системы занятий как средства формирования учебно-познавательной компетентности обучающихся: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Осенчугова Татьяна Викторовна. – Нижний Новгород, 2006. – 167 с.

110. Осипенко, Л.Е. Интеграция науки, образования, бизнеса в формате научно-практического обучения школьников / Л.Е. Осипенко // Вестник НГПУ. – 2017. – № 6. – С. 212-229.

111. Осипов, П.Н. Инженерная педагогика: от сотрудничества к синергии / П.Н. Осипов // Высшее образование в России. – 2017. – № 11. – С. 54-60.

112. Осипова, С.И. Формирование проектно-конструкторской компетентности студентов – будущих инженеров в образовательном процессе / С.И. Осипова, Е.Б. Ерцкина // Современные проблемы науки и образования. – 2007. – № 6. – С. 30-35.

113. Пантелеева, О.О. Проектная деятельность как одна из эффективных форм довузовской подготовки будущего инженера / О.О. Пантелеева // Вестник тверского государственного университета. Серия: педагогика и психология. – 2015. – № 4. – С. 160-164.

114. Парменова, Л.В. Организация исследовательской деятельности школьников на базе университета / Л.В. Парменова // Ярославский педагогический вестник. – 2016. – № 1. – С. 77-82.

115. Пашукова, Т.И. Психологические исследования. Практикум по общей психологии / Т.И. Пашукова, А.И. Допира, Г.В. Дьяконов. – М.: Издательство «Институт практической психологии», 1996. – 153 с.

116. Першина, О.П. Место детских технопарков в структуре современного образования: опережающая подготовка инженерных кадров / О.П. Першина // Школьные технологии. – 2018. – № 2. – С.13-19.

117. План мероприятий («дорожная карта») «Кружковое движение» Национальной технологической инициативы. Приложение к протоколу № 3 заседания Президиума Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России от 18 июля 2017 г. [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <https://nti2035.ru>.

118. Погодина, И.А. Формирование информационно-коммуникационной компетенции обучающихся в условиях общеобразовательной школы: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / Погодина Ирина Алексеевна. – Владикавказ, 2011. – 156 с.

119. Подворчан, Ю.А. Формирование инженерных компетенций школьников на занятиях в компьютерном классе «Graff» / Ю.А. Подворчан // В сборнике: Ресурсоэффективные системы в управлении и контроле: взгляд в будущее: сборник научных трудов V Международной конференции школьников,

студентов, аспирантов, молодых ученых. – Томск: Изд-во ТПУ, 2016. – Т. 3. – С. 66-68.

120. Подласый, И.П. Педагогика: Учеб. для студ. высших пед. учеб. заведений / И.П. Подласый. – М.: Просвещение: Гуманит. изд. Центр ВЛАДОС, 1996. – 432 с.

121. Полат, Е.С. Современная гимназия: взгляд теоретика и практика // под ред. Е.С. Полат. – М.: Гуманитарный издательский центр ВЛАДОС, 2000. – С. 81-86.

122. Попов, А.В. Формирование инженерной компетенции будущего специалиста во взаимодействии вуза и предприятия: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / Попов Александр Владимирович. – Оренбург, 2006. – 220 с.

123. Посталюк, Н.Ю. Дидактические условия эффективного использования учебно- познавательных задач в высшей школе дис. ... канд. пед. наук: / Посталюк Наталья Юрьевна. – Казань, 1991 – 260 с.

124. Постановление Правительства РФ от 04.10.2000 № 751 «О национальной доктрине образования в Российской Федерации». [Электронный ресурс]. – 2000. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/182563>.

125. Прачев, Ю.Н. Профессиональная рефлексия инженера в системе педагогических категорий компетентного подхода / Ю.Н. Прачев // Наука и современность. – 2012. – № 15-3. – С. 80-84.

126. Приказ Министерства образования Российской Федерации от 18.07.2002 № 2783 «Об утверждении Концепции профильного обучения на старшей ступени общего образования». [Электронный ресурс]. – 2000. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/184895>.

127. Программа фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021 - 2030 годы). Распоряжение правительства Российской Федерации от 31 декабря 2020 года №3684-р [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <http://government.ru/docs/41288>.

128. Прозументова, Г.Н. Образовательные инновации: феномен «личного присутствия» и потенциал управления (опыт гуманитарного исследования) / Г.Н. Прозументова. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2016. – 412 с.

129. Пугачева, Н.Б. Форсайт как составляющая управления современным профессиональным образованием / Н.Б. Пугачева // Профессиональное образование в России и за рубежом. – 2010. – № 2. – С. 65-69.

130. Разработка моделей криптографической защиты информации: монография / В.Г. Шубович, В.В. Капитанчук, Н.С. Знаенко, Ю.И. Титаренко; Ульяновский государственный технический университет. – Ульяновск: Ульяновский государственный педагогический университет, 2013. – 128 с.

131. Реан А.А. Психология изучения личности. / А.А. Реан. – СПб.: Изд-во Михайлова, 1999. – 288 с.

132. Регуш Л.А. Психология прогнозирования: успехи в познании будущего / Л.А. Регуш. – СПб., 2003. – 352 с.

133. Репета, Л.М. Формирование информационно-исследовательской компетенции обучающихся общеобразовательных учреждений: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / Репета Лариса Михайловна. - Челябинск, 2013. – 249 с.

134. Рожкова, Е.М. Основные положения организации внеурочной деятельности / Е.М. Рожкова // Пермский педагогический журнал. – 2014. – №5. – С. 21-26.

135. Росновская, Л.В. Теоретико-методологические концепты компетентностного подхода в профессиональном образовании / Л.В. Росновская // Теория и практика общественного развития. – 2012. – № 5. – С. 145-150.

136. Румбешта, Е.А., Войцеховская, З.А. Взаимодействие школы и вуза при организации проектно-исследовательской деятельности школьников / Е.А. Румбешта, З.А. Войцеховская // Научно-педагогическое обозрение. – 2019. – № 4 (26). – С. 77-84.

137. Рудской, А.И., Боровков, А.И., Романов, П.И., Киселева, К.Н. Инженерное образование: мировой опыт подготовки интеллектуальной элиты. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2017. – 216 с.

138. Рындак, В.Г., Дженжер, В.О., Денисова, Л.В. Концепция организации внеучебной проектной научно-познавательной деятельности школьника /

В.Г. Рындак, В.О. Дженжер, Л.В. Денисова // Образование и наука. – 2009. – № 6 (63). – С. 3-14.

139. Рындак, В.Г., Старостина, Т.Б., Дженжер, В.О., Денисова, Л.В. Внеучебная деятельность школьника как продукт и предпосылка опыта проектной научно-познавательной деятельности / В.Г. Рындак [и др.] // Педагогический журнал Башкортостана. – 2010. – №6. – С. 113-119.

140. Сабирова, Р.Г. Взаимодействие школы и вуза в процессе подготовки учащихся к получению профессионального образования: автор. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / Сабирова Резеда Габдунуровна – Киров, 2004. – 20 с.

141. Сапа, А.В. Поколение Z - поколение эпохи ФГОС / А.В. Сапа // Инновационные проекты и программы в образовании. – 2014. – № 2. – С. 24-30.

142. Сардушкина, Ю.А. Взаимодействие школы и ВУЗа как средство повышения результативности профориентационной работы / Ю.А. Сардушкина // Психология и педагогика. – 2013. – № 4. – С. 165-173.

143. Свадьбина Т.В., Ретивина В.В. Профессиональный выбор школьников (по материалам социологического исследования) / Т.В. Свадьбина, В.В. Ретивина // АНИ: педагогика и психология. – 2019. – № 2 (27). – С.215-217.

144. Седова, Н.В. Подготовка учителя к проведению опытно-экспериментальной работы / Н.В. Седова // Вестник ЛГУ им. А.С. Пушкина. – 2012. – № 1. – С. 16-23.

145. Сергеев, А.Г. Компетентность и компетенции в образовании / А.Г. Сергеев; Федеральное агентство по образованию; Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования Владимирский гос. ун-т. – Владимир: Владимирский гос. ун-т, 2010. – 107 с.

146. Сериков, В.В. Образование и личность. Теория и практика проектирования пед. систем / В.В. Сериков. – М.: Издательская корпорация «Логос», 1999. – 272 с.

147. Сидоренко, Е.В. Методы математической обработки в психологии / Е.В. Сидоренко. – Спб.: ООО «Речь», 2003. – 350 с.

148. Скапцов Е.В. Формирование проектно-конструкторской компетенции курсантов военно-инженерных вузов: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / Скапцов Евгений Викторович. – Челябинск, 2018. – 179 с.

149. Склярова И.В. Принципы взаимодействия школы и вуза / И.В. Склярова // Наука о человеке: гуманитарные исследования. – 2014. – № 4 (18). – С. 124-130.

150. Слепухин, А.В., Семенова, И.Н. Дидактические возможности мобильного обучения как современной образовательной технологии с позиции деятельностного и компетентностного подходов / А.В. Слепухин, И.Н. Семенова // Педагогическое образование в России. – 2018. – № 8. – С. 145-151.

151. Смирнов, Д.С. Внеурочная деятельность в основной школе как фактор ориентации школьников на выбор инженерных профессий / Д.С. Смирнов // Вестник ЛГУ им. А.С. Пушкина. – 2019. – № 4. – С. 239-248.

152. Смородинова, М.В. Формирование предметных компетенций обучающихся основного общего образования: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / Смородинова Мария Васильевна. – М., 2015. – 194 с.

153. Советский энциклопедический словарь // Гл. ред. А. М. Прохоров. Изд. 4-е. – М.: Сов. Энциклопедия, 1987. – 1632 с.

154. Соколов, А.В. Форсайт: взгляд в будущее / А.В. Соколов // Форсайт. – 2007. – № 1 (1). – С. 8-15.

155. Сорокина, О.А. Модель реализации профессионально-ориентированных проектных задач формирования инженерной компетентности будущих бакалавров / О.А. Сорокина // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 5. – С. 231-239.

156. Сошникова, Л.А. Многомерный статистический анализ в экономике / Сошникова Л.А., Тамашевич В.Н., Уебе Г., Шеффер М. – М.: Юнити, 1999. – 600 с.

157. Суходольский, Г.В. Основы математической статистики для психологов: учебник / Г.В. Суходольский. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 1998. – 464 с.

158. Татьянаенко, С.А. Формирование общекультурных и профессиональных компетенций будущего инженера / С.А. Татьянаенко, Н.И. Герчес, Е.С. Чижикова. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2011. – 184 с.

159. Телемост с участниками движения WorldSkills [Электронный ресурс] : выдержки из стенографического отчета о видеоконференции от 1 ноября 2019 года // Президент России: офиц. сайт. – М., 2019. – Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/61953>.

160. Тесленко, В.И., Богомаз, И.В. Школьное инженерно-техническое образование: концептуальное осмысление / В.И. Тесленко, И.В. Богомаз // Вестник КГПУ им. В.П. Астафьева. – 2014. – № 4 (30). – С. 91-95.

161. Ткаченко, И.Н., Сивокоз, К.К. Использование гибких технологий Agile и Scrum для управления стейкхолдерами проектов / И.Н. Ткаченко, К.К. Сивокоз // Управленец. – 2017. – № 4 (68). – С.85-95.

162. Тращенко, Н.С. Особенности развития познавательной сферы у подростков / Н.С. Тращенко // Научно-методический электронный журнал Концепт. – 2015. – № 13. – С. 4001-4005.

163. Фаритов, А.Т. — 3D-моделирование и прототипирование во внеурочной деятельности учащихся в школе / А.Т. Фаритов // Педагогика и просвещение. – 2019. – № 4. – С. 155-167.

164. Фаритов, А.Т. Методология изучения процесса формирования инженерной компетенции учащихся общеобразовательных учреждений / А.Т. Фаритов // Современное образование. – 2019. – № 4. – С. 32-43.

165. Фаритов, А.Т. Модель реализации проектной технологии при формировании инженерной компетенции учащихся основного общего образования / А.Т. Фаритов // Педагогическое образование в России. – 2020. – № 1. – С.41-49.

166. Фаритов, А.Т. Организационно-педагогические условия формирования инженерной компетенции обучающихся в образовательном пространстве школы / А.Т. Фаритов // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Педагогика и психология. – 2021. – № 1 (54). – С. 225-235.

167. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (утвержден приказом Министерство образования и науки Российской Федерации от 17 декабря 2010 г. №1897) [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: <https://fgos.ru/fgos/fgos-ooo>.

168. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (утвержден приказом Министерство образования и науки Российской Федерации от 31 мая 2021 г. №287) [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107050027>.

169. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по специальности 08.05.01 строительство уникальных зданий и сооружений (уровень специалитета) (утвержден приказом Министерство образования и науки Российской Федерации от 11 августа 2016 г. №1030) [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: <https://fgos.ru/fgos/fgos-08-05-01-stroitelstvo-unikalnyh-zdaniy-i-sooruzheniy-uroven-specialiteta-1030>.

170. Фетискин, Н.П., Козлов, В.В., Мануйлов, Г.М. Социально-психологическая диагностика развития личности и малых групп / Н.П. Фетискин [и др.] – М.: Изд-во Института Психотерапии, 2002. – 490 с.

171. Филиппов, В.И. Опыт реализации модели организации внеурочной деятельности по образовательной робототехнике в основной школе / В.И. Филиппов // Мир науки, культуры, образования. – 2016. – № 6 (61). – С. 139-144.

172. Филиппова, О.А. Применение технологии трехмерной печати в учебном процессе по дисциплине «Инженерная графика» / О.А. Филиппова // Наука, Техника и Образование. – 2015. – № 10. – С. 126-130.

173. Форкунова, Л.В. Методика формирования исследовательской компетентности школьников в области приложений математики при взаимодействии школы и вуза: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Форкунова Лариса Валентиновна. – Архангельск, 2010. – 204 с.

174. Фролова, М.Е., Фролова, И.Н., Плисова, А.А. Робототехника как инновационное направление внеурочной деятельности школьников /

М.Е. Фролова, И.Н. Фролова, А.А. Плисова // Научный поиск. – 2017. – № 1.3. – С. 54-57.

175. Хаматгалеева, Г.А. Формирование технологической компетенции как необходимое условие развития технологической культуры учащихся / Г.А. Хаматгалеева // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2010. – № 3. – С. 65-69.

176. Ханыков, И.Г. Методика ускорения классического метода Уорда для кластеризации пикселей изображения / И.Г. Ханыков // Вестник БГУ. Математика, информатика. – 2018. – № 3. – С. 60-71.

177. Ходакова, Н.П. Робототехника в школе как внеурочная деятельность учащихся / Н.П. Ходакова, И.Л. Давоян // В сборнике: Информатизация образования: труды международной научно-практической конференции. – М., 2018. – С. 225-232.

178. Хуторской, А.В. Ключевые компетенции. Технология конструирования / А.В. Хуторской // Народное образование. – 2003. – № 5. – С. 55-61.

179. Черемухин, П.С., Шумейко, А.А. Образовательная робототехника как фактор развития сетевого взаимодействия в системе уровневой инженерной подготовки / П.С. Черемухин, А.А. Шумейко // ИТС. – 2018. – № 3 (92). – С. 535-550.

180. Черепанов, В.С. Экспертные оценки в педагогических исследованиях / В.С. Черепанов. – М.: Наука, 1986. – 152 с.

181. Черепанова, Л.В. Формирование лингвистической компетенции школьников в основной общеобразовательной школе: Теоретические основы: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Черепанова Лариса Витальевна. – Москва, 2005. – 457 с.

182. Чиганов, А.С., Грачев, А.С. Начала инженерного образования в школе / А.С. Чиганов, А.С. Грачев // Вестник КГПУ им. В.П. Астафьева. – 2015. – № 2 (32). – С. 30-35.

183. Чуланова, О.Л. Консалтинг персонала : учебное пособие / О.Л. Чуланова. – Сургут: ИЦ СурГУ, 2010. – 164 с.

184. Шамсиддинов, М.И., Юсупова, Д.М. Формирование профессиональных интересов учащихся в оптимальных условиях взаимодействия субъектов школа-вуз / М.И. Шамсиддинов, Д.М. Юсупова // Ученые записки Худжандского государственного университета им. академика Б. Гафурова. Гуманитарные науки. – 2016. – № 1 (46). – С. 163-169.

185. Шаповалов, Е.А. Общество и инженер: философско-социологические проблемы инженерной деятельности / Е.А. Шаповалов. – Л.: изд-во ленинградского университета, 1984 г. – 183 с.

186. Шегай, Н.А. Agile-технология гибкого управления проектной деятельностью как средство формирования информационно-коммуникационной компетентности студентов ВУЗов / Н.А. Шегай // Педагогика. Вопросы теории и практики. – 2021. – № 6. – С. 1117-1124.

187. Шмыгова, И.С., Чекулева, М.Е. Прикладные задачи – как средство формирования инженерной компетенции школьников / И.С. Шмыгова, М.Е. Чекулева // В сборнике: Научное сообщество студентов XXI столетия. Гуманитарные науки: тезисы докладов XLV международной научно-практической конференции. – Новосибирск, 2016. – С. 49-57.

188. Эльконин, Б.Д. Понятие компетентности с позицией развивающего обучения / Б.Д. Эльконин // Современные подходы к компетентностно-ориентированному образованию. – Красноярск, 2002. – С. 20-29.

189. Юрмазова, Т.А., Шахова, Н.Б. Роль научно-исследовательской работы школьников и студентов в образовательном процессе / Т.А. Юрмазова, Н.Б. Шахова // Международный журнал экспериментального образования. – 2012. – № 1. – С. 28-32.

190. Юшков, А.Н. Исследовательская и проектная деятельность в основной школе: проблематика, этапы освоения нормы, образовательные результаты / А.Н. Юшков // На путях к новой школе. – Сп-б.: Образовательный центр «Участие», 2014. – № 3. – С. 37-42.

191. Якубовская, Т.В. Современная форсайт-грамотность как инструмент командного развития / Т.В. Якубовская // Университетское управление: практика и анализ. – 2018. – Т. 22. – № 2 (114). – С. 45-55.
192. Ялалов, Ф.Г. Деятельностно-компетентностный подход к практикоориентированному образованию / Ф.Г. Ялалов // Высшее образование в России. – 2008. – № 1. – С. 89-93.
193. Ярыгин, О.Н., Гайманова, Т.Г. Формирование и развитие компетентности как эмерджентного свойства профессионального образования / О.Н. Ярыгин, Т.Г. Гайманова // АНИ: педагогика и психология. – 2012. – №1. – С. 77-82.
194. Devharsh, T. Agile Methodologies / T. Devharsh // Internattiionall Journall of Computer Science & Communiicattiion. – 2021. – Vol. 12. – Issue 2. – P. 91-100.
195. Mo, J.P.T., Tang, Y.M. Project-based learning of systems engineering V model with the support of 3D printing / J.P.T., Mo, Y.M. Tang // Australasian Journal of Engineering Education. – 2017. – No. 22 (1). – P. 3-13.
196. Spencer, L.M., Spencer, S.M. Competence at work: models for superior performance / L.M. Spencer, S.M. Spencer. // New York: John Wiley, 1993. – 384 p.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА модуля «Мир инженерного дела» по программе «Мир науки и инженерного дела»

Раздел А.1. Пояснительная записка

Таблица А.1. – Общее распределение учебных часов по программе «Мир науки и инженерного дела»

№	Наименование разделов	Всего часов			Форма контроля
			Теория	Практика	
1.	Модуль 1. Мир инженерного дела.	32	17	15	Решение инженерных задач
2.	Модуль 2. Инженер будущего.	32	8	24	Защита проекта
Итого:		64	25	39	

Модуль «Мир инженерного дела» предназначен для формирования у обучающихся 7-х классов представления об основах инженерной деятельности, обретения необходимых для процесса формирования основ инженерной компетенции начальных знаний и умений проектной работы по инженерному направлению.

Занятия рассчитаны на 16 учебных недель, 1 полугодие обучения, с проведением занятий 1 раз в неделю по 2 академических часа. Содержание занятий отвечает требованию к организации внеурочной деятельности. Занятия предполагают обучение в субботу, при пятидневной учебной неделе. Практические задачи подобраны с учетом интеллектуального уровня детей и предоставляют простор для творческой и инженерной деятельности учащихся.

Цели модуля:

- мотивация учащихся на занятие инженерной деятельностью;
- развития научно-инженерного и творческого потенциала личности школьника;
- формирование основ осуществления инженерной деятельности обучающихся;

- формирование представления об основах профессиональной инженерной деятельности, ознакомление учащихся с особенностями профессии инженера;
- формирование личностно-мотивационного и когнитивного компонентов основ инженерной компетенции обучающихся основного общего образования.

Основные задачи модуля:

- формирование интереса к моделированию, технике, конструированию и программированию;
- овладение знаниями и умениями решения инженерных задач;
- углубление и практическое применение знаний;
- ознакомление с многообразием профессий инженерного направления.

Требования к усвоению содержания модуля

Учащиеся должны знать (личностно-мотивационный компонент основ инженерной компетенции):

- основы осуществления инженерной деятельности;
- основные понятия инженерного дела;
- особенности применения знаний и навыков при решении инженерных задач.

Учащиеся должны уметь (когнитивный компонент основ инженерной компетенции):

- проводить различные процедуры инженерной деятельности;
- грамотно использовать основные методы и средства для анализа нестандартных проблемных ситуаций по инженерному направлению;
- использовать полученные знания, методы и приемы при решении поставленных инженерных задач;
- самостоятельно осуществлять поиск решения инженерных задач.

Состав участников образовательного процесса

Программа основного общего образования рассчитана на реализацию в 7-х классах общеобразовательных организаций и организаций с углубленным изучением отдельных предметов.

Формы контроля

Контроль усвоения учебного модуля предусмотрен в виде решения элементарных инженерных задач.

Таблица А.2. – Тематическое планирование учебного модуля «Мир инженерного дела»

№	Название темы	Теоретическое занятие (Кол-во часов)	Практическое занятие (Кол-во часов)
1	Особенности инженерной деятельности. История инженерного дела в мире. Основные элементы, виды и функции инженерной деятельности. Актуальные инженерные проблемы 21 века.	2	2
2	Решение элементарных инженерных задач: – проблемные; – социальные; – парадоксальные; – исследовательские.	5	3
3	Метод Канбан как инновационный инструмент работы над инженерным проектом.	6	6
4	Научное познание. Наука в решении жизненно важных проблем. Наука в инженерных разработках.	4	4
	Итого:	17	15
	Итого количество часов по модулю:	32 часа	

Раздел А.Ш. Содержание тем модуля «Мир инженерного дела»

Тема 1. Особенности инженерной деятельности. История инженерного дела в мире. История технических изобретений. Особенности инженерной деятельности. Становление инженерной профессии в России. Основные элементы, виды и функции инженерной деятельности. Актуальные инженерные проблемы XXI века. Достижения в инженерной деятельности. Теория. Основные требования к профессиональной деятельности инженера. Применение знаний в практической деятельности инженера. Работа над докладом по выбранной теме.

Мероприятия. Экскурсия в современный университет, знакомство с основными направлениями подготовки кадров.

Тема №2. Решение элементарных инженерных задач: проблемные; социальные; парадоксальные; исследовательские. Разработка основных инженерных решений в современном мире. Основы коммуникации в командной работе инженеров. Мероприятия. Посещение научных лабораторий и регионального технологического центра промышленного Интернета в машиностроении.

Тема №3. Метод Канбан как инновационный инструмент работы над инженерным проектом. Принципы работы с Канбан-доской. Решение элементарных инженерных задач (разработать систему генерирования электроэнергии на основе природных ресурсов; придумать транспортное средство на альтернативном источнике энергии и т.д.). Мероприятия. Научно-популярные лекции «Инноватика» профессорско-преподавательского состава университета, встреча с выпускниками учебного заведения, которые достигли определенных успехов в своей профессиональной деятельности. Посещение лабораторий: робототехники, нанотехнологии, техники высоких напряжений, учебного центра «MitsubishiElectric», тепло- и топливной энергетики, кафедры «Промышленное и гражданское строительство», кафедры «Архитектурно-строительного проектирования».

Тема №3. Научное познание. Наука в решении жизненно важных проблем. Наука в инженерных разработках. Методы научного познания. Выдвижение и проверка гипотез. Творчество как этап познания окружающей действительности. Формирование пространственного мышления. Решение элементарных инженерных задач (зеленая революция в сельском хозяйстве; новые строительные материалы; оптимизация летального аппарата). Мероприятия. Мастер-классы профессорско-преподавательского состава университета по работе с современным программным обеспечением и управлению высокотехнологичным оборудованием. Организация Малых конференций.

Раздел А.IV. Методическое обеспечение модуля

1. Презентации, раздаточный материал.
2. Список литературы для педагога, список литературы для учащихся, электронные ресурсы, конспект лекций.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА модуля «Инженер будущего» по программе «Мир науки и инженерного дела»

Раздел Б.1. Пояснительная записка

Модуль «Инженер будущего» предназначен формирования у обучающихся 7-х классов основ инженерной компетенции, представления об инженерных проектах с проблемным содержанием, обретения знаний и умений работы над проблемной ситуацией в инженерной деятельности. Модуль предназначен для школьников, желающих продолжить изучение основ инженерного дела, научиться создавать собственные инженерные проекты.

На занятиях используются материальные ресурсы образовательной организации высшего образования, задействован в работе профессорско-преподавательский состав, студенты, аспиранты. Модуль рассчитан на 16 учебных недель, с проведением занятий 1 раза в неделю по 2 академических часа. Предполагается, что обучающиеся освоили предшествующий модуль «Мир инженерного дела».

Проблемные ситуации подобраны с учетом интеллектуального уровня школьников, отражают актуальную тенденцию развития вокруг технологического мира.

Цели модуля:

- формирование базовых знаний и умений для осуществления проектной инженерной деятельности при решении проблемных задач;
- развитие навыков работы в группе, команде;
- развитие способности школьника к адекватной оценке своей инженерной деятельности и ее результатов, к самоконтролю и самоанализу;
- формирование коммуникативно-деятельностного и рефлексивно-оценочного компонента основ инженерной компетенции обучающихся основного общего образования.

Основные задачи модуля:

- получить навык проектной работы при решении инженерных задач;
- развивать умения творчески подходить к решению проблемной задачи;
- воспитывать умственные и волевые усилия, концентрацию внимания.
- участие в конкурсах и конференциях по инженерному направлению.

Требования к усвоению содержания модуля

Учащиеся должны уметь

(коммуникативно-деятельностный компонент основ инженерной компетенции):

- вести проектную и научно-исследовательскую работу, применяя полученные инженерные знания;
- осознанно выбирать технологические решения, соизмеряя свои возможности;
- находить инновационные способы решения проблемных элементарных инженерных задач, опираясь на общий уровень развития науки и техники; планировать свою работу над инженерным проектом (формулировать проблему, выдвигать гипотезу, ставить цели и задачи и т.д.);
- эффективной работы в команде (организация групповой деятельности, распределение полномочий, принятие управленческих решений).

Учащиеся должны быть способными (рефлексивно-оценочный компонент основ инженерной компетенции):

- к самоутверждению;
- к самоорганизации;
- к проведению качественной оценки своих действий и результатов.

Формы контроля

Освоение материала модуля школьниками подтверждается самостоятельно выполненным инженерным проектом с решением проблемной задачи.

Таблица Б.1. – Тематическое планирование учебного модуля «Инженер будущего»

№	Название темы	Теоретическое занятие (Кол-во часов)	Практическое занятие (Кол-во часов)
1	Особенности инженерного проекта: – социального направления; – парадоксального характера; – исследовательского типа.	2	4
2	Как разработать «проект-огонь» с применением гибкого метода? Проблемная ситуация в инженерном проекте. Внешние участники проекта – кто они?	2	4
3	Реализация инженерных проектов с нестандартной проблемной ситуацией.	2	10
4	Защита проекта. Участие в конференциях, конкурсах, олимпиадах.	2	6
	Итого:	8	24
	Итого количество часов по модулю:	32 часа	

Раздел Б.Ш. Содержание тем модуля «Инженер будущего»

Тема 1. Особенности инженерного проекта: социального направления; парадоксального характера; исследовательского типа. Порядок проектной инженерной деятельности. Работа с формулировкой задачи. Формирование рабочих групп.

Мероприятия. Деловая игра (воспроизведение реальной ситуации в малом масштабе).

Тема 2. Как разработать «проект-огонь» с применением гибкого метода? Этапы работы над инженерным проектом. Преимущества гибких методов. Проблемная ситуация в инженерном проекте. Определение цели и задач проектной работы. Постановка проблемы. Оценка предполагаемого результата. План и технология выполнения проекта. Внешние участники проекта – кто они?

Мероприятия. Лекция-беседа профессорско-преподавательского состава университета, посвященная экспериментальным исследованиям в решении проблемных инженерных задач, знакомство с экспериментальным и наблюдательным оборудованием.

Тема 3. Реализация инженерных проектов с нестандартной проблемной ситуацией. Проверка практического применения полученной информации в ходе решения задач проблемного содержания, включающей эмпирические знания. Создание условий для самостоятельного получения научных данных и оценки своих возможностей. Мероприятия. Работа высшего учебного заведения по включению в научные коллективы кафедр. Включение в действующие научные коллективы кафедр – участие в разработке совместных проектов со студентами, научными сотрудниками на базе лабораторий вуза, включение в команду «школьник-бакалавр-магистрант-аспирант-научный руководитель» и подготовка проекта по реальной научной инженерной проблеме. Взаимодействие с внешними участниками инженерных проектов обучающихся: посещение предприятий, круглые столы.

Тема 4. Защита проекта.

Мероприятия. Малые научно-практические конференции. Региональный конкурс школьных проектов обучающихся образовательных организаций. Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда».

Раздел Б.IV. Методическое обеспечение модуля

1. Презентации, раздаточный материал.
2. Список литературы для учителя, список литературы для обучающихся, электронные ресурсы, конспект лекций.
3. Оценочные материалы для экспертной оценки.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Результаты тестирования учащихся экспериментальной группы (нормированные значения)

№	Личн.	Мотив.	Деят.	Комм.	Когн. (прогн.)	Когн.	Реф.	Оцен.
1	-1,01894	-0,89971	-1,01152	-0,99160	-0,89971	-0,92914	-0,70113	-0,72694
2	2,10582	2,16597	0,71181	0,63746	2,16597	0,54467	0,91147	0,79302
3	0,54344	0,63313	0,71181	0,63746	0,63313	0,54467	-0,70113	-0,72694
4	0,54344	0,63313	0,71181	0,63746	0,63313	0,54467	-0,70113	-0,72694
5	-1,01894	0,63313	-1,01152	-0,99160	-0,89971	-0,92914	-0,70113	-0,72694
6	2,10582	2,16597	0,71181	0,63746	0,63313	0,54467	0,91147	2,31298
7	0,54344	0,63313	0,71181	0,63746	0,63313	0,54467	0,91147	0,79302
8	-1,01894	-0,89971	-1,01152	-0,99160	-0,89971	-0,92914	-0,70113	-0,72694
9	0,54344	0,63313	0,71181	0,63746	0,63313	0,54467	0,91147	0,79302
10	-1,01894	0,63313	-1,01152	-0,99160	-0,89971	-0,92914	-0,70113	-0,72694
11	-1,01894	-0,89971	-1,01152	-0,99160	-0,89971	-0,92914	-0,70113	-0,72694
12	0,54344	0,63313	0,71181	0,63746	0,63313	0,54467	0,91147	0,79302
13	-1,01894	-0,89971	-1,01152	-0,99160	-0,89971	0,54467	-0,70113	-0,72694
14	0,54344	-0,89971	-1,01152	-0,99160	-0,89971	0,54467	-0,70113	-0,72694
15	0,54344	0,63313	2,43514	2,26652	2,16597	2,01847	2,52408	2,31298
16	0,54344	0,63313	0,71181	0,63746	0,63313	0,54467	-0,70113	0,79302
17	0,54344	0,63313	0,71181	0,63746	0,63313	0,54467	0,91147	0,79302
18	-1,01894	-0,89971	-1,01152	-0,99160	-0,89971	-0,92914	-0,70113	-0,72694
19	0,54344	-0,89971	-1,01152	-0,99160	-0,89971	-0,92914	-0,70113	-0,72694
20	2,10582	-0,89971	2,43514	0,63746	2,16597	2,01847	2,52408	2,31298
21	-1,01894	-0,89971	-1,01152	0,63746	-0,89971	-0,92914	-0,70113	-0,72694
22	0,54344	0,63313	0,71181	0,63746	0,63313	0,54467	0,91147	0,79302
23	-1,01894	-0,89971	0,71181	-0,99160	-0,89971	-0,92914	-0,70113	-0,72694
24	0,54344	0,63313	0,71181	0,63746	0,63313	0,54467	0,91147	-0,72694
25	-1,01894	-0,89971	-1,01152	-0,99160	-0,89971	-0,92914	-0,70113	-0,72694
26	0,54344	0,63313	0,71181	0,63746	0,63313	0,54467	-0,70113	0,79302
27	0,54344	-0,89971	-1,01152	-0,99160	-0,89971	-0,92914	-0,70113	-0,72694
28	0,54344	0,63313	0,71181	0,63746	0,63313	2,01847	0,91147	0,79302
29	-1,01894	-0,89971	-1,01152	-0,99160	-0,89971	-0,92914	-0,70113	-0,72694
30	0,54344	0,63313	0,71181	0,63746	0,63313	0,54467	0,91147	0,79302
31	-1,01894	-0,89971	-1,01152	-0,99160	-0,89971	-0,92914	-0,70113	-0,72694
32	-1,01894	-0,89971	-1,01152	0,63746	-0,89971	-0,92914	-0,70113	-0,72694
33	-1,01894	-0,89971	-1,01152	-0,99160	-0,89971	-0,92914	-0,70113	-0,72694
34	0,54344	0,63313	0,71181	0,63746	0,63313	0,54467	0,91147	0,79302
35	0,54344	-0,89971	-1,01152	-0,99160	-0,89971	-0,92914	-0,70113	-0,72694
36	2,10582	2,16597	0,71181	2,26652	0,63313	0,54467	2,52408	0,79302
37	-1,01894	-0,89971	0,71181	-0,99160	-0,89971	-0,92914	-0,70113	-0,72694
38	0,54344	0,63313	0,71181	0,63746	0,63313	2,01847	0,91147	0,79302
39	-1,01894	-0,89971	-1,01152	-0,99160	-0,89971	-0,92914	-0,70113	-0,72694
40	-1,01894	-0,89971	-1,01152	-0,99160	0,63313	-0,92914	-0,70113	-0,72694
41	0,54344	2,16597	0,71181	2,26652	2,16597	2,01847	0,91147	2,31298
42	0,54344	0,63313	0,71181	0,63746	0,63313	0,54467	-0,70113	0,79302
43	-1,01894	-0,89971	-1,01152	-0,99160	-0,89971	-0,92914	-0,70113	-0,72694
44	0,54344	0,63313	0,71181	0,63746	0,63313	0,54467	0,91147	-0,72694
45	-1,01894	-0,89971	0,71181	0,63746	-0,89971	-0,92914	-0,70113	-0,72694
46	-1,01894	-0,89971	-1,01152	-0,99160	-0,89971	-0,92914	-0,70113	-0,72694

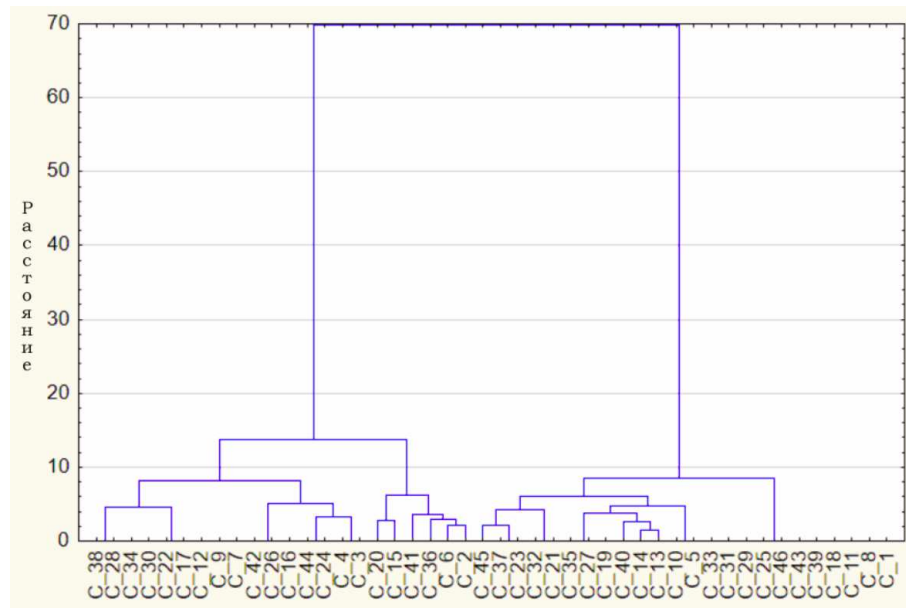
ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Результаты корреляционного анализа показателей

	Личн.	Мотив.	Деят.	Комм.	Когн. (пр.)	Когн.	Реф.	Оцен.
Личн.	1,000	0,627	0,755	0,667	0,837	0,782	0,691	0,738
Мотив.	0,627	1,000	0,667	0,675	0,751	0,607	0,573	0,631
Деят.	0,755	0,667	1,000	0,820	0,936	0,837	0,775	0,806
Комм.	0,667	0,675	0,820	1,000	0,869	0,758	0,706	0,740
Когн.(пр.)	0,837	0,751	0,936	0,869	1,000	0,879	0,816	0,844
Когн.	0,782	0,607	0,837	0,758	0,879	1,000	0,749	0,770
Реф.	0,691	0,573	0,775	0,706	0,816	0,749	1,000	0,834
Оцен.	0,738	0,631	0,806	0,740	0,844	0,770	0,834	1,000

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Результаты классификации диагностических измерений методом Уорда и методом k-средних



Результаты классификации диагностических измерений методом k-средних

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

**Результаты тестирования учащихся контрольной группы по показателям:
личностный, мотивационный, коммуникативный, рефлексивный
(нормированные значения)**

	Личн.	Мотив.	Комм.	Реф.
1	0,38785	0,61546	0,79398	0,64164
2	0,38785	0,61546	0,79398	0,64164
3	-1,06659	-1,01370	-0,90741	-0,80204
4	1,84229	0,61546	0,79398	0,64164
5	0,38785	0,61546	-0,90741	-0,80204
6	0,38785	-1,01370	0,79398	0,64164
7	-1,06659	-1,01370	-0,90741	-0,80204
8	1,84229	2,24462	0,79398	0,64164
9	0,38785	0,61546	-0,90741	-0,80204
10	0,38785	0,61546	0,79398	-0,80204
11	0,38785	0,61546	0,79398	-0,80204
12	0,38785	0,61546	0,79398	0,64164
13	0,38785	0,61546	-0,90741	-0,80204
14	-1,06659	-1,01370	-0,90741	-0,80204
15	0,38785	0,61546	-0,90741	0,64164
16	1,84229	0,61546	0,79398	2,08531
17	-1,06659	-1,01370	-0,90741	-0,80204
18	-1,06659	-1,01370	-0,90741	-0,80204
19	0,38785	0,61546	-0,90741	-0,80204
20	-1,06659	-1,01370	0,79398	-0,80204
21	0,38785	0,61546	0,79398	0,64164
22	-1,06659	-1,01370	-0,90741	0,64164
23	1,84229	2,24462	2,49538	2,08531
24	-1,06659	-1,01370	-0,90741	-0,80204
25	0,38785	0,61546	0,79398	0,64164
26	-1,06659	-1,01370	-0,90741	-0,80204
27	0,38785	-1,01370	0,79398	2,08531
28	-1,06659	-1,01370	-0,90741	-0,80204
29	0,38785	0,61546	0,79398	-0,80204
30	-1,06659	-1,01370	-0,90741	-0,80204
31	-1,06659	-1,01370	-0,90741	-0,80204
32	-1,06659	-1,01370	-0,90741	-0,80204
33	0,38785	0,61546	0,79398	0,64164
34	0,38785	0,61546	0,79398	-0,80204
35	-1,06659	-1,01370	-0,90741	-0,80204
36	1,84229	0,61546	0,79398	2,08531

37	-1,06659	-1,01370	-0,90741	-0,80204
38	0,38785	0,61546	0,79398	0,64164
39	-1,06659	-1,01370	-0,90741	-0,80204
40	0,38785	0,61546	-0,90741	-0,80204
41	1,84229	2,24462	2,49538	2,08531
42	-1,06659	-1,01370	-0,90741	0,64164
43	0,38785	0,61546	0,79398	0,64164
44	-1,06659	-1,01370	-0,90741	-0,80204
45	0,38785	0,61546	0,79398	0,64164

Результат распределения по кластерам обучающихся в контрольной группе

№	f_m	f_o	f_{np}	Кластер	№	f_m	f_o	f_{np}	Кластер
1	-15,53	2,52	-7,29	3	24	8,15	-15,09	-55,02	1
2	-15,53	2,52	-7,29	3	25	-15,53	2,52	-7,29	3
3	8,15	-15,09	-55,02	1	26	8,15	-15,09	-55,02	1
4	-22,06	7,40	5,84	3	27	-13,94	0,66	-8,69	3
5	-4,26	-5,72	-30,37	1	28	8,15	-15,09	-55,02	1
6	-9,65	-1,98	-18,82	3	29	-11,24	-0,11	-17,43	3
7	8,15	-15,09	-55,02	1	30	8,15	-15,09	-55,02	1
8	-27,94	11,89	17,36	2	31	8,15	-15,09	-55,02	1
9	-4,26	-5,72	-30,37	1	32	8,15	-15,09	-55,02	1
10	-11,24	-0,11	-17,43	3	33	-15,53	2,52	-7,29	3
11	-11,24	-0,11	-17,43	3	34	-11,24	-0,11	-17,43	3
12	-15,53	2,52	-7,29	3	35	8,15	-15,09	-55,02	1
13	-4,26	-5,72	-30,37	1	36	-26,35	10,03	15,97	2
14	8,15	-15,09	-55,02	1	37	8,15	-15,09	-55,02	1
15	-8,55	-3,08	-20,24	3	38	-15,53	2,52	-7,29	3
16	-26,35	10,03	15,97	2	39	8,15	-15,09	-55,02	1
17	8,15	-15,09	-55,02	1	40	-4,26	-5,72	-30,37	1
18	8,15	-15,09	-55,02	1	41	-39,20	20,14	40,44	2
19	-4,26	-5,72	-30,37	1	42	3,86	-12,45	-44,89	1
20	1,17	-9,48	-42,08	1	43	-15,53	2,52	-7,29	3
21	-15,53	2,52	-7,29	3	44	8,15	-15,09	-55,02	1
22	3,86	-12,45	-44,89	1	45	-15,53	2,52	-7,29	3
23	-39,20	20,14	40,44	2					