

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный педагогический университет»
Институт математики, физики, информатики и технологий
Кафедра высшей математики и методики обучения математике

ФОРМИРОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНОГО МЫШЛЕНИЯ У ОБУЧАЮЩИХСЯ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ

Выпускная квалификационная работа
Направление 44.04.01 – «Педагогическое образование»
Магистерская программа «Математическое образование»

Квалификационная работа
допущена к защите
Зав.кафедрой

дата подпись

Руководитель ОПОП

Подпись

Исполнитель:
Рябова Татьяна Андреевна
обучающаяся ММО-1501z группы

подпись

Научный руководитель:
Семенова И. Н.
к.п.н., доцент

подпись

Екатеринбург 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНОГО МЫШЛЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ.....	9
1.1. Сущность, компоненты и структура инженерного мышления для организации процесса обучения математике.....	9
1.2. Исследование возможности использования математического моделирования для формирования компонент инженерного мышления в процессе обучения математике	21
1.3. Модель формирования инженерного мышления инженерного мышления с использованием математического моделирования в процессе обучения математике.....	30
ВЫВОДЫ ПО ПЕРВОЙ ГЛАВЕ	35
ГЛАВА II. МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНОГО МЫШЛЕНИЯ УЧАЩИХСЯ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ	36
2.1. Взаимосвязь и взаимовлияние содержания методов математики и методов обучения математическому моделированию для формирования инженерного мышления	36
2.2. Примеры реализации методики формирования инженерного мышления учащихся с помощью математического моделирования в процессе обучения математике.....	36
2.3. Организация, проведение и результаты констатирующего эксперимента ..	68
ВЫВОДЫ ПО ВТОРОЙ ГЛАВЕ	83
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	84
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	84

ВВЕДЕНИЕ

Современные преобразования общества значительно повлияли на приоритеты и цели образования.

Одной из основных целей "Национальной доктрины об образовании" является "подготовка высокообразованных людей и высококвалифицированных специалистов, способных к профессиональному росту и профессиональной мобильности в условиях информатизации общества и развития новых наукоемких технологий". Для Уральского региона сформулированный заказ отражен в указе Е.В. Куйвашева о комплексной программе "Уральская инженерная школа", целью которой является «обеспечение условий для подготовки в Свердловской области рабочих и инженерных кадров в масштабах и с качеством, полностью удовлетворяющим текущим и перспективным потребностям экономики региона. Готовить будущих инженеров необходимо уже со школы». Однако реализация процесса подготовки инженерных кадров вызывает затруднение, в связи с отсутствием специальных школ, которые специализировались бы на подготовке будущих инженеров.

Сказанное обуславливает выделение позиции о том, что проблема подготовки будущих инженеров зависит от формирования инженерного мышления у обучающихся школы.

Выбор обучающимися профессии инженера предполагает развитие у них личностных качеств с учетом специфики инженерной деятельности. К таким качествам, по мнению Н.В. Чечеткиной относятся: изобретательность, конструктивность, аналитическое мышление, способность к моделированию различных ситуаций. Данные качества, по мнению А.П. Усольцева и Т.Н.Шамало возможно формировать через изучение математических методов моделирования реальных ситуаций, выведение формул, выбор оптимального решения задачи, генерация идей, выполнение значительного количества упражнений, а так же принцип «от частного к общему». Иными словами

формирование указанных качеств целесообразно осуществлять в процессе обучения математике. Однако содержание учебно-методических комплексов по математике не имеет достаточной методической базы для формирования инженерного мышления у обучающихся. В связи с этим возникает проблема формирования инженерного мышления у обучающихся в процессе обучения математике

В настоящем исследовании под **инженерным мышлением** будем понимать мыслительный процесс, направленный на обеспечение деятельности с техническими объектами, а так же отражением связей и отношений между объектами в окружающей действительности в процессе обучения математике.

Вопросам формирования инженерного мышления посвящены работы Дума Е.А. «Уровни сформированности инженерного мышления»; Комарова С.В. «Инженерное мышление как творческий познавательный процесс»; Липатниковой И.Г. и др. «Формирование инженерного мышления учащихся 5-х классов в процессе обучения математике»; Сазоновой З.С., Четкиной Н.В. «Развитие инженерного мышление – основа повышения качества образования»; Мустафиной Д.А., Никитаева В.М. «Инженерное мышление в изобретательстве, конструировании, проектировании», Зуева П.В., Кошечевой Е.С. "Развитие инженерного мышления учащихся в процессе обучения", Семеновской И.Н., Слепухина А.В. "Методологические аспекты построения системы методов формирования инженерного мышления в условиях использования информационной образовательной среды".

Проблемы формирования инженерного мышления у обучающихся в процессе обучения математике исследовались в работах Липатниковой И.Г. и др., Виневской А.В., Клименко И.Л.. В качестве основных средств формирования инженерного мышления учащихся, исследователи предлагают метод проектов, умение принимать решения, коллективно-распределительная деятельность, кейс, метод коллизии, ситуационный анализ. В настоящем исследовании рассматривается возможность использования математического

моделирования в качестве средства формирования инженерного мышления учащихся.

Вышесказанное позволяет сформулировать следующие **противоречия**:

– **на социально-педагогическом уровне** – между потребностью современного общества в подготовленных специалистах, способных применять современные технологии при решении профессиональных задач и недостаточной направленностью образовательных учреждений в регионах, ориентированных на промышленную деятельность, на подготовку будущих инженеров;

– **на научно-педагогическом уровне** – между необходимостью формирования инженерного мышления учащихся в процессе обучения и недостаточной разработкой дидактических средств для решения этой проблемы;

– **на научно-методическом уровне** – между необходимостью формирования инженерного мышления в процессе обучения математике и недостаточной направленностью существующих методик, направленных на решение данной проблемы.

Необходимость разрешения указанных противоречий обуславливает актуальность диссертационного исследования, а так же определяет его **проблему**: каким средством обеспечить формирование инженерного мышления в процессе обучения математике.

В рамках решения данной проблемы была определена тема исследования: "Формирование инженерного мышления у обучающихся в процессе обучения математике".

Объект исследования: процесс обучения математике.

Предмет исследования: методика формирования инженерного мышления в процессе обучения математике при использовании математического моделирования.

Цель исследования: разработка и научное обоснование методики формирования инженерного мышления у обучающихся через использование математического моделирования в процессе обучения математике.

Гипотеза исследования: формирование инженерного мышления школьников в процессе обучения математике будет обеспечено, если: в качестве средства использовать математическое моделирование, при следующем соотношении его этапов с компонентами инженерного мышления:

научно-теоретическая компонента на этапе определения объектов задачи и связей между ними и этапе анализа полученного результата;

преобразующая компонента на этапе построения математической модели и этапе анализа полученного результата;

исследовательская компонента на этапе решения математической модели;

конструктивная компонента на этапе построения математической модели и этапе анализа полученного результата,

и деятельностное наполнение компонент инженерного мышления определяется содержанием умений, соответствующим этапам математического моделирования.

Цель, предмет и гипотеза определили следующие задачи исследования:

1. На основе анализа литературы выделить сущность, компоненты и структуру инженерного мышления.

2. Исследовать возможность использования математического моделирования для формирования инженерного мышления.

3. Разработать модель формирования инженерного мышления у учащихся в процессе обучения математике с использованием математического моделирования.

4. Разработать методику формирования инженерного мышления у школьников в процессе обучения математике посредством математического моделирования на разных ступенях школьного курса математики.

5. Осуществить констатирующий этап эксперимента.

Методологическую основу исследования составляют идеи и концепции системного подхода к процессу обучения (В.П. Беспалько, И.Я. Лернер, А.М. Пышкало); деятельностного подхода к обучению (Л.С. Выготский, П.Я. Гальперин, О.Б. Епишева, А.Н. Леонтьев).

Теоретической основой исследования являются результаты теоретических и практических исследований:

– в области теории и методики обучения математике (Э.Г. Гельфман, Г.В. Дорофеев);

– исследования, посвященные формированию инженерного мышления (Е.А. Дума, С.В. Комаров, И.Г. Липатникова, З.С. Сазонова, Н.В. Четкина, Д.А. Мустафина, В.М. Никитаев, П.В. Зуев, И.Н. Семенова, А.В. Слепухин);

– исследования, посвященные математическому моделированию (Н.П. Бусленко, Б. А. Глинский, И.Б. Новик, Г.И. Рузавин, К.А. Рыбников, В.А. Штофф)

Для решения поставленных задач были использованы следующие методы исследования: теоретический анализ научно-методической и психолого-педагогической литературы, диссертационных работ по теме исследования; анализ нормативных документов, учебных пособий и учебных материалов по математике; контент-анализ определений; интеграция основных понятий исследования; теоретическое моделирование; наблюдение за ходом процесса обучения математике учащихся; тестирование; статистические методы обработки результатов; обобщение педагогического опыта.

Достоверность и обоснованность результатов исследования обусловлены анализом нормативных источников, психолого-педагогической, методической литературы. Использованием научно-обоснованных методов с опорой на основополагающие теоретические положения в области математики, методики обучения математике, внутренней непротиворечивостью логики исследования, констатирующим экспериментом и обработкой его результатов.

Апробация результатов исследования и внедрение основных идей осуществлялась в ходе опытно-поисковой работы на базе МАОУ "СОШ №54" города Новоуральска, докладывались и обсуждались на методических семинарах учителей математики в МАОУ "СОШ №54" г. Новоуральска.

Основные теоретические положения диссертационного исследования отражены в следующих публикациях:

1. Семенова И.Н., Рябова Т.А. К вопросу о возможности использования математического моделирования для формирования инженерного мышления у обучающихся/ И.Н. Семенова, Т.А. Рябова // Педагогические и психологические технологии в условиях модернизации образования: сборник статей Международной научно-практической конференции (23 сентября 2017 г., г. Самара). – Уфа: АЭТЕРНА, 2017. – С. 215-218.

Структура работы: Диссертация состоит из введения, двух глав, заключения, библиографического списка, включающего 78 наименований. Общий объем работы составляет 93 страницы. В тексте работы 13 рисунков и 16 таблиц.

ГЛАВА I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНОГО МЫШЛЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ

1.1. Сущность, компоненты и структура инженерного мышления для организации процесса обучения математике

Целью данного параграфа является определение сущности инженерного мышления, выделение его сущности и компонент.

В настоящее время возрастает потребность в инженерных кадрах. Данные специалисты должны уметь выявлять и применять определенные математические знания для решения поставленных профессиональных задач. Это обусловлено необходимостью использования в производстве новейших систем и технологий. Одной из основных целей "Национальной доктрины об образовании" является "подготовка высокообразованных людей и высококвалифицированных специалистов, способных к профессиональному росту и профессиональной мобильности в условиях информатизации общества и развития новых наукоемких технологий" [42].

Проблема формирования инженерного мышления у учащихся в процессе обучения математике представляет раскрытие таких понятий как "инженер" и "мышление", инженерное мышление.

В русских источниках слово инженер впервые встречается в середине XVII века в "Актах Московского государства".

Слово "инженер" происходит от латинского ingenium, которое можно перевести как изобретательность, способность, острая выдумка, талант, гений, знание.

Так, согласно словарю Ожегова [47], инженер – специалист с высшим техническим образованием. Инженер путей и сообщения. Военный и горный инженер. Инженерный – технический; связанный с технической деятельностью. Инженерная геология. Инженерные войска. Инженерная находка (новое удачное техническое решение).

Так же трактовку этого слова можно обнаружить в словаре Даля [17]. Там инженер понимается, как ученый строитель, но не жилых домов (это архитектор, зодчий), а других сооружений различного рода.

О.В. Крыштановская [32] рассматривает инженера как специалиста, способного создать проекты, продукцию и экономичные жизнеспособные объекты на основе теоретических соображений.

В работах Н.А. Некрасовой [43], инженер понимается как человек, который профессионально осуществляет техническое творчество, это специалист с высшим техническим образованием, который в своей деятельности соединяет науку с производством, т.е. становится проводником науки в производстве.

А.И. Ракитов [53] понимает под инженерной деятельностью постоянный анализ, совершенствование и организацию индивидуального и группового труда, управление производством, технологическими процессами, конструирование и проектирование изделий и инструментальных систем.

О. Н. Дидманидзе, Г. Е. Митягин и Р.Н. Егоров [19] определяют инженера, как специалиста, который, опираясь на теоретические знания, профессиональные навыки, деловые качества, обеспечивает создание, преобразование, поддержание в работоспособном состоянии технических, технологических и других систем с требуемыми (заданными) показателями их функционирования.

Г.В. Суходольским [67] инженерная деятельность рассматривается в контексте использования моделирования и строения, оценки и проектирования.

По мнению М.Ю. Сизовой [62], инженер – это человек, который должен уметь собирать, обрабатывать и анализировать и систематизировать информацию по технической проблеме, а так же проведение опытов и измерений, анализ и обобщение результатов.

В Нижегородском государственном инженерно-экономическом университете [44] определение понятия инженер трактуется, как человек, который способен изобретать.

Проведя анализ определений "инженер" и обобщая их, сформулируем определение понятия "инженер".

Инженер – это человек, с высшим техническим образованием, который в своей деятельности соединяет науку с производством и обеспечивает создание, преобразование, поддержание в работоспособном состоянии технических, технологических и других систем.

Рассмотрение проблемы формирования инженерного мышления предполагает раскрытие сущности понятия "мышление".

По мнению А.Н. Леонтьева [33], мышление – процесс отражения объективной реальности, составляющий высшую степень человеческого познания. Мышление дает знание о существенных свойствах, связях и отношениях объективной реальности, осуществляет в процессе познания переход «от явления к сущности».

С. Л. Рубинштейн [55] давал следующее определение понятию мышление. Мышление – это познавательная деятельность субъекта, но в мышлении ничего нельзя понять, если рассматривать его сначала как чисто субъективную деятельность и затем вторично соотносить с бытием; в мышлении ничего нельзя понять, если не рассматривать его изначально как познание бытия. Даже внутреннюю структуру мышления, состав его операций и их соотношение можно понять, лишь отправляясь от того, что мышление есть познание, знание, отражение бытия.

В свою очередь в словаре Ожегова [47], мышление - высшая степень познания – процесс отражения объективной действительности в представлениях, суждениях, понятиях. Формы и законы, мышления.

Согласно большой психологической энциклопедии [5] мышление представляет собой процесс познавательной деятельности индивида,

характеризующийся обобщенным и опосредствованным отражением действительности.

Мышление — это особая психическая способность, связанная с возможностью человека решать мыслительные задачи. Своеобразие мыслительной задачи состоит в том, что человек должен лишь найти средство решения этой задачи. Данное определение можно встретить в образовательной системе Д.Б Эльконина, Давыдова [15].

По мнению З.С. Сазоновой, Н.В. Четкиной [56], мышление – это социально обусловленный, неразрывно связанный с речью познавательный психический процесс, характеризующийся обобщенным и опосредованным отражением связей и отношений между объектами в окружающей действительности.

Проведя анализ определений понятия «мышление» и обобщая их, сформулируем определение понятия «мышление», под которым понимается процесс познавательной деятельности, направленный на отражение связей и отношений между объектами.

Рассмотрим соотношение смысловых единиц определения понятия «инженер» и смысловых единиц определения понятия «мышление» с целью установления взаимосвязей между данными понятиями (Рис.1)

Рис. 1. Взаимосвязь смысловых единиц определения понятия "инженер" и смысловых единиц определения понятия "мышление"

Анализ смысловых единиц показал, что данные понятия "инженер" и "мышление" взаимосвязаны по смысловому значению. В связи с этим целесообразно обратиться к понятию "инженерное мышление".

Так, по мнению С.В. Комарова [30] инженерное мышление – это социально обусловленный, неразрывно связанный с речью познавательный психический процесс, характеризующийся обобщенным и опосредованным отражением связей и отношений между объектами в окружающей действительности.

Дума Е.А. [21], представляет инженерное мышление, как особый вид мышления, формирующийся и проявляющийся при решении инженерных задач, позволяющих быстро, точно и оригинально решать поставленные задачи, направленные на удовлетворение технических потребностей в знаниях, способах, приемах, с целью создания технических средств и организации технологий. Автор предлагает следующую структуру инженерного мышления рис.2.:

Рис.2. Структура инженерного мышления по Е.А. Дума

В энциклопедии профессионального образования под инженерным мышлением понимается системное творческое техническое мышление, позволяющее видеть проблему целиком с различных сторон, связи между ее частями [78].

Д.А. Мустафина, Г.А. Рахманкулова, Н.Н. Короткова [39] определяют инженерное мышление как вид мышления, выделяющийся при решении инженерных задач, который позволяет быстро и точно решать поставленные задачи, которые направлены на осуществление технических потребностей в знаниях, способах приемах, с целью создания технических средств и организации технологий. По мнению [77], инженерное мышление включает в себя следующие компоненты: конструктивное, техническое, исследовательское и экологическое.

По мнению В.Е. Столяренко и Л.Д. Столяренко [66] инженерное мышление – это системное образование, объединяющие разные типы

мышления: логическое, образно-интуитивное, практическое, научное, эстетическое, экологическое, эргономическое, управленческое и коммуникативное творчество.

В.М. Никитаев [45] определяет инженерное мышление как практическое мышление, основными чертами которого являются наличие критической ситуации, анализ, постановка цели. Пути разрешения критической ситуации – последовательное построение конструкции как способа и средства преобразования ситуации.

А.П. Усольцев и Т.Н. Шамало [71] определяют инженерное мышление, как мышление, направленное на обеспечение деятельности с техническими объектами, осуществляемое на когнитивном и инструментальном уровнях и характеризующееся как политехническое, конструктивное, научно-теоретическое, преобразующее, творческое, социально-позитивное.

З.С. Сазонова и Н.В. Четкина [56] относят к компонентам инженерного мышления следующие черты:

- способность выявлять техническое и физическое противоречие и осознанно изначально ориентировать ход размышлений на идеальное решение, при котором главная функция объекта будет выполняться как бы сама собой, без затрат и средств и энергии;

- ориентация мыслительной деятельности в наиболее перспективном, с точки зрения законов развития технических систем, направлений;

- способ осознанно форсировать творческое воображение, управлять психологическими факторами.

В Нижегородском государственном инженерно-экономическом университете [44] рассматриваются следующие виды инженеров:

- инженер-конструктор;
- инженер-технолог;
- инженер-эксплуатационник;
- инженер-исследователь;

- инженер-управленец (менеджер);
- инженер-экономист;
- инженер-эколог;
- инженер-метролог;
- инженер-информационщик;
- инженер, решающий задачи математического обеспечения автоматизированных систем управления и др.

О. Н. Дидманидзе, Г. Е. Митягин и Р.Н. Егоров [19] делят весь инженерный корпус на четыре группы:

- конструирование и проектирование новых изделий, систем и сооружений (конструкторы, проектировщики, испытатели и др.);
- промышленное изготовление новых изделий и систем или индустриальное строительство сооружений (технологи, производители работ и др.);
- поисково-изыскательские работы (геодезисты, геологи, картографы и др.);
- эксплуатация изделий, сооружений и систем (технологии-эксплуатационники, электрики, гидравлики, инженеры по техническому обслуживанию и ремонту и др.).

В Федеральном образовательном стандарте высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) [72] указаны виды инженерной деятельности. К данным видам относятся: проектно-конструкторская; производственно-технологическая; научно-исследовательская и организационно-управленческая.

Используя полученные структурные компоненты, на основе метода контент-анализа представленного в табл.1., сформулируем определение инженерного мышления.

Контент-анализ определения "Инженерное мышление"

Содержательные Компоненты	Авторы						
	С.В. Комаров	Е.А. Дума	Д.А. Мустафина, Г.А. Рахманкулова	В.Е. Столяренко Л.Д. Столяренко	В.М. Никитаев	А.П. Усольцев Т.Н. Шамало	Энциклопедия профессионального образования
Техническое мышление	-	+	+	-	-	+	-
Исследовательское мышление (К)	+	+	+	+	+	+	+
Экологическое мышление	-	+	+	-	-	-	-
Преобразующее мышление (К)	+	-	-	-	+	+	+
Конструктивное мышление (К)	-	-	+	-	+	+	+
Логическое мышление	-	+	-	+	-	-	-
Практическое мышление	-	-	-	+	+	-	-
Научно-теоретическое мышление (К)	+	-	-	+	-	+	+
Эстетическое мышление	-	-	-	+	-	-	-
Эргономическое	-	-	-	+	-	-	-

мышление							
Управленческое мышление	-	-	-	+	-	-	-
Коммуникативное мышление	-	-	-	-	-	-	-
Политехническое мышление	-	-	-	-	-	+	-
Социально-позитивное мышление	-	-	-	-	-	+	-

В настоящем исследовании на основе контент-анализа, с учетом специфики обучения, и интеграции рассмотренных выше смысловых единиц определения понятия «инженер» и смысловых единиц определения понятия «мышление» под инженерным мышлением в процессе обучения математике будем понимать мыслительный процесс, направленный на обеспечение деятельности с техническими объектами, а так же отражением связей и отношений между объектами в окружающей действительности в процессе обучения математике.

В целом инженерное мышление можно представить в виде структуры (рис. 3)

Рис. 3. Структура инженерного мышления

Используя терминологию О.Б. Епишевой [22] для описания образовательных категорий при ориентировке на наполнение пооперационного состава элементов технологии обучения математике, выделим деятельностную сущность компонент, составляющих инженерное мышление:

– конструктивное мышление – умение ставить перед собой цель, с учетом всех ресурсов-объектов; выбирать оптимальные методы и средства для достижения поставленной цели; планировать последовательность своих действий; определять степень достижения цели и вносить коррективы в модель. (Пооперационный состав: поиск средств для математического описания задачи и построение соответствующей математической модели, ее корректировка и преобразование);

– исследовательское мышление – умение выходить за рамки алгоритмов, образцов или моделей; умение определить новизну в задаче; умение сопоставлять модель задачи с известными классами задач; умение аргументировать свой выбор, пояснять свои действия и полученные результаты (пооперационный состав: исследование модели, приводящее к расширению теоретических знаний);

– научно-теоретическое мышление – умение определять объекты окружающей действительности или объекты задачи; умение выделять свойства этих объектов и связи между ними для создания более точной математической модели; умение выдвигать различные предположения о сущности объектов задачи, описание которой отсутствует в ее условии, для более детального рассмотрения задачи (Пооперационный состав: рассмотрение реальных ситуаций и возникающих в них задач);

– преобразующее мышление – умение соотносить модель с реальностью; умение соотносить объект с его свойствами, указанными в задаче и с его сущностью, о которой в задаче может и не упоминаться; умение переводить условие задачи на различные математические языки и обоснованно выбирать наиболее оптимальный язык с позиции принципа точности (пооперационный

состав: аппарат построенной теории применяется для решения исходной задачи и задач из других областей, приводящих к моделям этого же класса).

Следует сказать о том, что формирование инженерного мышления будет эффективным только в том случае, когда формируется каждая отдельная компонента в их взаимосвязи.

Использование выявленных компонент инженерного мышления, позволяет более точно подойти к анализу его внутренней структуры, а так же организации учебного процесса.

В данном параграфе на основе анализа психолого-педагогической и методической литературы было определено, что понятия "инженер" и "мышление" тесно связаны, а на основе контент-анализа принято решение рассматривать инженерное мышление, как мыслительный процесс, направленный на обеспечение деятельности с техническими объектами а так же отражением связей и отношений между объектами в окружающей действительности в процессе обучения математике. Так же на основе анализа литературы были выделены компоненты инженерного мышления, пояснены их содержательные линии и определен пооперационный состав каждой из компонент. Определена структура инженерного мышления.

1.2. Исследование возможности использования математического моделирования для формирования инженерного мышления в процессе обучения математике

Основной задачей для формирования инженерного мышления в процессе обучения математике в школе является создание такой среды для обучающихся, в которой возможно проявить инициативу, творческие способности и техническое мышление

Анализ методической литературы показал, что с целью эффективного формирования инженерного мышления в процессе обучения математике существуют различные средства, направленные на формирование инженерного мышления учащихся. К таким средствам можно отнести:

- метод проектов, предлагаемый [65];
- коллективно-распределительная деятельность, рассматриваемая в работе И.Л. Клименко [27];
- метод кейсов, изучаемый коллективом следующих авторов [75];
- метод констатации, так же рассматриваемый данными авторами [75];
- метод коллизии так же предложен следующими авторами [75];
- метод ситуационного анализа [75]
- метод "принятия решений" рассматривается И.Г. Липатниковой и др. [36].

В параграфе 1.1. нами выделено значение формирования инженерного мышления в процессе обучения математике. При этом сказано, что формирование инженерного мышления должен обеспечить процесс обучения, направленный на развитие всех содержательных компонент инженерного мышления.

Школьный курс математики отличается тем, что имеет большое количество прикладных задач, требующее при их решении моделирования, поэтому в данном параграфе выясним возможность использования средства математического моделирования для формирования инженерного мышления.

В психолого-педагогической, методической литературе существуют различные определения понятия "математическое моделирование".

Математическое моделирование – это теоретико-экспериментальный метод познавательно-созидательной деятельности, метод исследования и объяснения явлений, процессов и систем (объектов-оригиналов) на основе создания новых объектов – математических моделей [24].

Математическое моделирование - это средство изучения реального объекта, процесса или системы путем их замены математической моделью, более удобной для экспериментального исследования с помощью ЭВМ [8].

Математическое моделирование — это процесс построения и изучения математических моделей.

Все естественные и общественные науки, использующие математический аппарат, по сути занимаются математическим моделированием: заменяют объект его математической моделью и затем изучают последнюю. Связь математической модели с реальностью осуществляется с помощью цепочки гипотез, идеализаций и упрощений. С помощью математических методов описывается, как правило, идеальный объект, построенный на этапе содержательного моделирования [58].

По мнению [14], математическое моделирование – это замещение оригинала математической моделью и исследование свойств оригинала на данной модели.

По А.А. Ляпунову [37], математическое моделирование — это опосредованное практическое или теоретическое исследование объекта, при котором непосредственно изучается не сам интересующий нас объект, а некоторая вспомогательная искусственная или естественная система (модель), находящаяся в некотором объективном соответствии с познаваемым объектом, способная замещать его в определенных отношениях и дающая при её исследовании, в конечном счете, информацию о самом моделируемом объекте.

По учебнику [64] под математическим моделированием будем понимать процесс установления соответствия данному реальному объекту некоторого математического объекта, называемого математической моделью, и исследование

этой модели, позволяющее получать характеристики рассматриваемого реального объекта.

По мнению А.Н. Тихонова [69] математическое моделирование состоит в том, что законы, в соответствии с которыми происходит этот процесс, описываются некоторыми уравнениями, то есть составляется математическая модель.

На основе метода контент-анализа представленного в табл.2., сформулируем определение математического моделирования.

Таблица 2

Контент-анализ определения "математическое моделирование"

Содержательные компоненты	Авторы						
	Т.В. Зудилова	С.Л. Гольдштейн, А.В. Кибордин	А.А. Ляпунов	Б.Я. Советов, С.А. Яковлен	ИНТУИТ	И.И. Сарваров	А.Н. Тихонов
Метод познания Действительности	+	-	-	-	-	-	-
Создание объектов	+	-	-	-	+	-	-
Математическая модель	+	+	+	+	+	+	+
Замещение оригинала	-	+	+	+	+	+	-
Исследование свойств объекта	-	+	+	+	-	-	+

В настоящем исследовании на основе контент-анализа под математическим моделированием будем понимать идеальное научно-знаковое формальное моделирование, при котором описание некоего объекта

осуществляется на языке математики, а исследование модели, в свою очередь, проводится с использованием тех или иных математических методов.

Рассмотрим этапы математического моделирования, предлагаемые разными авторами.

В. И. Крутова и В. В. Попова выделяют два основных этапа [31].

Первый этап математического моделирования – постановка задачи, определение объекта и целей исследования, задание критериев (признаков) изучения объектов и управления ими.

Второй этап – выбор типа математической модели, что является важнейшим моментом, определяющим направление всего исследования.

К.К. Васильев, М.Н. служивый [7] рассматривают следующие этапы математического моделирования:

1 этап – постановка задачи, определение объекта и целей исследования, задание критериев (признаков) изучения объектов и управления ими. Неправильная или неполная постановка задачи может свести на нет результаты всех последующих этапов;

2 этап – выбор типа математической модели, что является важнейшим моментом, определяющим направление всего исследования. Обычно последовательно строится несколько моделей. Сравнение результатов их исследования с реальностью позволяет установить наилучшую из них;

3 этап – предварительный контроль, который также является первым шагом на пути к исследованию модели. При этом осуществляются следующие виды контроля (проверки): размерностей; порядков; характера зависимостей; экстремальных ситуаций; граничных условий; математической замкнутости; физического смысла; устойчивости модели;

4 этап – контроль размерностей сводится к проверке выполнения правила, согласно которому приравняться и складываться могут только величины одинаковой размерности;

5 этап – контроль порядков величин направлен на упрощение модели. При этом определяются порядки складываемых величин и явно малозначительные слагаемые отбрасываются;

6 этап – анализ характера зависимостей сводится к проверке направления и скорости изменения одних величин при изменении других. Направления и скорость, вытекающие из математической модели, должны соответствовать физическому смыслу задачи;

7 этап – анализ математической замкнутости сводится к проверке того, что математическое моделирование дает однозначное решение.

8 этап – проверка устойчивости модели состоит в проверке того, что варьирование исходных данных в рамках имеющихся данных о реальном объекте не приведет к существенному изменению решения.

Так, Н.А. Глузман [13] выделяет этапы математического моделирования при следующем распределении:

1) Построение модели. Выбор типа математической модели. На этом этапе задается некоторый «нематематический» объект — явление природы, конструкция, экономический план, производственный процесс и т. д. При этом, как правило, четкое описание ситуации затруднено. Сначала выявляются основные особенности явления и связи между ними на качественном уровне. Затем найденные качественные зависимости формулируются на языке математики, то есть строится математическая модель. Это самая трудная стадия моделирования.

2) Решение математической задачи, к которой приводит модель. На этом этапе большое внимание уделяется разработке алгоритмов и численных методов решения задачи.

3) Интерпретация полученных следствий из математической модели. Следствия, выведенные из модели на языке математики, интерпретируются на языке, принятом в данной области.

4) Проверка адекватности модели. На этом этапе выясняется, согласуются ли результаты эксперимента с теоретическими следствиями из модели в пределах определенной точности.

5) Модификация модели. На этом этапе происходит либо усложнение модели, чтобы она была более адекватной действительности, либо ее упрощение ради достижения практически приемлемого решения.

А.Н. Тихонов [69] разделяет процесс математического моделирования на четыре основных этапа:

первый – установление законов, связывающих объекты модели;

второй – решение математических задач внутри построенной модели;

третий – согласование результатов наблюдений или измерений параметров реальных объектов с теоретическим исследованием построенной модели;

четвертый – уточнение и модернизация модели на основании результатов, полученных на третьем этапе.

А.Д. Мышкис [41] выделяет следующие этапы математического моделирования:

1. Установление закона, на который используется данная задача (Для правильного определения закона рассматриваются характеристики объектов (участников), которые даны в задаче).

2. Построение математической модели (перевод условия задачи на язык математики). Анализ условия задачи (составление краткой записи в виде схемы, таблицы, чертежа и т.д.);

2.1. Выбор и обозначение неизвестной;

2.2. Выражение зависимостей задачи с помощью введенного обозначения;

2.3. Определение области допустимых значений величин; получение математической модели.

3. Решение математической модели математическими методами.

4. Анализ полученного результата и его перевод с языка математики на исходный язык.

Используя представленные выше результаты исследования этапов математического моделирования, были получены интегрированные этапы осуществления математического моделирования:

1 этап – установление законов, связывающих объекты модели. На данном этапе происходит выявление основных особенностей явления и связи между ними на качественном уровне.

2 этап – построение математической модели. На данном этапе происходит перевод условия задачи на математический язык.

3 этап – решение математической модели. На данном этапе происходит решение математической модели математическими способами.

4 этап – анализ полученного результата. На данном этапе происходит согласование результатов наблюдений или измерений параметров реальных объектов с теоретическим исследованием построенной модели и его перевод с языка математики на исходный язык.

С целью установления возможности использования математического моделирования для формирования инженерного мышления соотнесем компоненты инженерного мышления с выделенными этапами математического моделирования на основе принципа сравнения по идентичности действий, осуществляемых на каждом этапе и входящих в каждую компоненту. Результат соотнесения представим на рис.4.

Рис.4. Соотнесение структурных компонент инженерного мышления с этапами математического моделирования

В представленном соотнесении компонент инженерного мышления с этапами математического моделирования видно, что каждый из выделенных этапов влияет на формирование отдельных компонент инженерного мышления. Последовательное соблюдение всех этапов приводит к формированию всех выделенных компонент, что подтверждает возможность использования математического моделирования для формирования инженерного мышления в процессе обучения математике.

Таким образом, в данном параграфе была проанализирована методическая литература по проблеме исследования, рассмотрена возможность использования средства математического моделирования для формирования инженерного мышления. Определено понятие "математическое моделирование" и выявлены его этапы. На основе соотнесения структурных компонент инженерного мышления с этапами математического моделирования доказана возможность использования данных этапов для формирования инженерного мышления. Обоснован выбор в качестве средства формирования инженерного мышления математическое моделирование.

1.3. Модель формирования инженерного мышления с использованием математического моделирования в процессе обучения математике

Целью данного параграфа является анализ методологических подходов к процессу создания модели формирования инженерного мышления в процессе обучения математики.

Обратимся к исследованию понятия "модель".

Вопросам моделирования в педагогических исследованиях посвящены работы А.Н. Дахина [18], В.А. Штоффа [76], В.Г. Афанасьев [3], И.Ф. Исаева [26], Г.М. Коджаспировой [28], В.А. Сластенина [63].

А.Н. Дахин [18] понятие модель трактует как искусственно созданный объект, который выражается в виде схемы физических систем, знаковых форм или формул, который заменяет собой объект-оригинал (или явление), отражает и воспроизводит в простом и обобщённом виде структуру, характеристики, взаимосвязи и отношения между элементами этого объекта.

Так же под моделью В. А. Штофф [76] понимает искусственно созданный объект (схема, чертеж, формула), который отражает и воспроизводит в более простом виде структуру, свойства, взаимосвязи и отношения между элементами исследуемого объекта. Автор считает, что модель как аналог явления или объекта реального мира, должна удовлетворять трем критериям: 1) между моделью и оригиналом должно существовать сходство; 2) модель должна служить заместителем исследуемого объекта; 3) изучение модели должно позволить получать информацию об оригинале.

Как отмечает В.Г.Афанасьев [3], моделирование – это непрерывный процесс, предполагающий наличие четких методологических и теоретических предпосылок. Это последовательная разработка серии сменяющих друг друга моделей, обеспечивающая приближение модели к моделируемому результату.

Построение модели, по мнению И.Ф. Исаева [26], предполагает

материальное или абстрактное создание аналогов реального объекта, где воссоздаются принципы ее организации и функционирования.

Под моделью Г.М. Коджаспирова [28] понимает систему объектов, которая отражает существенные признаки и свойства оригинала, изучение этой модели дает новые знания об оригинальном объекте.

Моделирование, подчеркивает В.А. Сластенин [63], требует системного и структурно-содержательного подхода, что предполагает разбиение данного объекта на элементы, обозначение имеющихся взаимосвязей, благодаря которым возможно детализировать содержание этих элементов.

В результате представленных характеристик под моделью понимается образное представление, аналог изучаемого процесса, объекта или явления, с помощью которого можно получить информацию об изучаемом объекте.

Модель формирования инженерного в процессе обучения математике построена в соответствии с выделенными ее элементами, раскрытия их содержания и их взаимосвязями.

Модель предполагает наличие целевого блока, который в настоящем исследовании представляет ФГОС ООО [73], который определяет требования к организации современного образовательного процесса.

В исследовании конечной целью является формирование инженерного мышления в процессе обучения математике.

Процесс формирования инженерного мышления включает в себя следующие структурные компоненты: конструктивное мышление, преобразующее мышление, научно-теоретическое мышление, исследовательское мышление.

В качестве средства формирования инженерного мышления в данном исследовании предлагается использовать математическое моделирование. Математическое моделирование включает в себя несколько этапов, представленных в таблице 3:

Этапы математического моделирования

Этап	Описание этапа
1 этап. Определение объектов задачи и связи между ними	Выявление основных особенностей явления и связи между ними на качественном уровне
2 этап. Построение математической модели	Выбор и обоснование выбора математического языка для перевода, и перевод условия задачи на выбранный(ые) математический(е) язык(и)
3 этап. Решение математической модели	Решение математической модели математическими способами
4 этап. Анализ полученного результата	Согласование результатов наблюдений, представлений (допущений) или измерений параметров реальных объектов с теоретическим исследованием построенной модели и его перевод с языка математики на исходный язык.

В результате исследования сформирована модель формирования инженерного мышления в процессе обучения математике посредством математического моделирования (рис.5.).

На основе разработанной модели в исследовании будет предложена методика формирования инженерного мышления в процессе обучения математике.

Рис. 5. Модель формирования инженерного мышления учащихся в процессе обучения математике посредством математического моделирования

ВЫВОДЫ ПО ПЕРВОЙ ГЛАВЕ

1. Формирование инженерного мышления у школьников в процессе обучения математике является актуальной проблемой в регионах с развитой промышленной деятельностью.

2. Под инженерным мышлением можно понимать мыслительный процесс, направленный на обеспечение деятельности с техническими объектами, а так же отражением связей и отношений между объектами в окружающей действительности в процессе обучения математике. В состав инженерного мышления входят четыре компонента: научно-теоретическая, преобразующая, исследовательская, конструктивная.

3. В качестве средства формирования инженерного мышления можно использовать математическое моделирование, а именно его этапы в соответствии с выделенными компонентами инженерного мышления.

4. В модель формирования инженерного мышления у обучающихся входят: компоненты инженерного мышления, этапы математического моделирования, соответствующие каждой компоненте инженерного мышления, деятельностное содержание которых пополняется за счет информационной базы.

ГЛАВА II. МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНОГО МЫШЛЕНИЯ УЧАЩИХСЯ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ

2.1. Взаимосвязь и взаимовлияние содержания методов математики и методов обучения математическому моделированию для формирования инженерного мышления

Результатом теоретического исследования в главе I стала структурно-функциональная модель формирования инженерного мышления учащихся в процессе обучения математике с использованием математического моделирования, приведенная на рис.5. Продолжим исследование функционирования этой модели в учебном процессе и опишем элементы методической системы обучения. В качестве основы построения процесса обучения возьмем методическую систему обучения, предложенную А. М. Пышкало [52].

Для достижения цели исследования покажем взаимосвязь и взаимовлияние средства, содержания и методов.

В параграфе 1.2. настоящего исследования была обоснована возможность использования математического моделирования в качестве средства формирования инженерного мышления обучающихся, сформулировано его определение, и выделены этапы.

В процессе математического моделирования учащиеся выполняют индивидуальную учебную деятельность и деятельность, которая предполагает следующие действия:

- установление законов, связывающих объекты модели, выявление основных особенностей явления и связи между ними на качественном уровне;
- поиск средств для математического описания задачи;
- перевод условия задачи на математический язык;
- решение математической модели математическими способами;
- согласование результатов наблюдений или измерений параметров реальных объектов с теоретическим исследованием построенной модели,

перевод с языка математики на исходный язык.

Содержание обучения будем рассматривать на основе следующих ступеней школьного курса математики: пропедевтического курса математики 5-6 классов, курса алгебры 7-9 классов, курса алгебры и начала анализа 10-11 классов на примере текстовой задаче, как конкретной дидактической единице. По мнению И.Н. Семеновы [59], задача является одной из основных дидактических единиц в процессе изучения школьного курса математики, которая играет значительную роль в формировании у обучающихся системы знаний, в развитии их мышления.

В примерной основной образовательной программе основного общего образования [50] определяются следующие требования к результату обучения решению текстовых задач в пропедевтическом курсе математики 5-6 классов. В процессе обучения математике учащийся должен обладать следующим умением (на базовом и углубленном уровнях):

- решать задачи разных типов и различных уровней сложности;
- использовать разные краткие в качестве модели текстов задач для построения поисковой схемы и решения задач;
- строить свои рассуждения с помощью граф-схемы;
- выделять этапы решения задачи и содержание каждого этапа;
- соотносить полученные вычислительные результаты с языком задачи;
- анализировать всевозможные ситуации взаимного расположения двух объектов и изменение их характеристик;
- исследовать всевозможные ситуации при решении задач;
- решать задачи «на части»;
- решать и обосновывать свое решение задач на нахождение части числа и числа по его части на основе конкретного смысла дроби;
- обосновывать схожесть задач разных типов, связывающих три величины (на работу, на покупки, на движение); выделять эти величины и отношения между ними, применять их при решении задач.

Адаптируем процессуальный блок модели формирования инженерного мышления, представленный в 1.3 к вышеуказанным требованиям пропедевтического курса математики 5-6 классов, которые определяют информационную базу. Деятельностное наполнение компонент инженерного мышления определяется содержательным составом этапов математического моделирования. Результаты представим в таблице 4.

Таблица 4

Влияние информационной базы и опыта работы в пропедевтическом курсе математики 5-6 классов на наполнение этапов математического моделирования и содержание компонент инженерного мышления

<p style="text-align: center;">Информационная база, опыт работы в пропедевтическом курсе математики 5-6 классов</p>	<p style="text-align: center;">Этапы математического моделирования</p> <p>1 этап. Определение объектов задачи и связей между ними. Действие: определение объектов, выявление связей между ними</p> <p>2 этап. Построение математической модели. Действие: перевод условия задачи на математический язык, построение модели, моделирование с помощью граф-схемы</p> <p>3 этап. Решение математической модели. Действие: решение математической модели и исследование всех возможных ситуаций при ее решении</p> <p>4 этап. Анализ полученного результата. Действие: интерпретация результатов вычисления в виде перевода с языка математики на</p>
--	--

	ИСХОДНЫЙ ЯЗЫК
<p style="text-align: center;">Компоненты инженерного мышления</p> <p>Конструктивное мышление Основные глаголы действий: выбор, определение, поиск, построение, решение</p> <p>Исследовательское мышление Основные глаголы действий: определение, сопоставление, пояснение, исследование, решение</p> <p>Научно-теоретическое мышление Основные глаголы действий: определение, выделение, ответ, описание, соотнесение, установление, выявление, согласование</p> <p>Преобразующее мышление Основные глаголы действий: соотнесение, перевод, решение, выбор, преобразование, связывание, согласование</p>	

Опираясь на результаты таблицы 4 определим типы сюжетных задач, которые будут способствовать формированию инженерного мышления через использование математического моделирования.

Задачи по теме: "Рациональные числа". В данном блоке задач будет рассматриваться решение задач на совместную работу. При решении данного типа задач осуществляется построение схемы, выделение этапов решения задачи, соблюдаются все этапы математического моделирования

Задачи на движение, работу, покупки. Данные задачи направлены на выделение трех величин, связей и отношений между ними. Осуществление решения данных типов задач возможно с использованием всех этапов математического моделирования.

Задачи на составление уравнений. Само по себе уравнение является математической моделью, его составление и решение полностью удовлетворяет этапам математического моделирования.

Решение данных типов задач возможно осуществлять следующими методами:

- арифметический метод;
- алгебраический метод;
- комбинированный метод.

Проиллюстрируем взаимовлияние каждого из предложенных методов на деятельностное содержание компонент инженерного мышления и этапов математического моделирования, с учетом влияния требований, рассмотренных в таблице 4. Результат представим на рисунках 6,7,8.

Рис.6. Влияние арифметического метода на деятельностное наполнение этапов математического моделирования и компонент инженерного мышления

Рис.7. Влияние алгебраического метода на деятельностное наполнение этапов математического моделирования и компонент инженерного мышления.

Рис.8. Влияние комбинированного метода на деятельностное наполнение этапов математического моделирования и компонент инженерного мышления.

Опираясь на вышесказанное показали взаимосвязь и взаимовлияние выбранного средства с содержанием пропедевтического курса математики 5-6 классов и методов организации деятельности.

В примерной основной образовательной программе основного общего образования [50] определяются следующие требования к результату обучения решению текстовых задач в курсе алгебры 7-9 классов. В процессе обучения математике учащийся должен обладать умением (на базовом и углубленном уровнях):

- решать задачи разных типов, а так же задачи разных уровней сложности;
- использовать разные краткие записи как модели текстов сложных задач для построения поисковой схемы и решения задач;
- устанавливать различия между моделью текста и моделью решения задачи, конструировать к одной модели решения несложной задачи разные модели текста задачи;

- уметь решать задачу несколькими способами;
- организовывать процесс поиска решения задач с помощью построения граф-схемы;
 - определять этапы решения задачи и содержание каждого этапа;
 - выбирать оптимальный метод решения задачи и осознавать выбор метода, рассматривать различные методы, находить разные решения задачи, если возможно;
- контролировать свою деятельность в виде анализа затруднений при решении задачи;
- уметь преобразовывать задачу, конструировать новые задачи из данной, в том числе обратные;
- интерпретировать вычислительные результаты в задаче, исследовать полученное решение задачи;
- анализировать всевозможные ситуации взаимного расположения двух объектов и изменение их характеристик при совместном движении (скорость, время, расстояние) при решении задач на движение двух объектов как в одном, так и в противоположных направлениях;
- рассматривать все ситуации, которые могут возникать при решении задач;
- осознавать и объяснять идентичность задач разных типов, связывающих три величины (на работу, на покупки, на движение). Выделять эти величины и связи между ними, применять их при решении задач, конструировать собственные задач указанных типов;
- владеть основными методами решения задач на смеси, сплавы, концентрации;
- решать логические задачи разными способами, в том числе составлением таблиц;
- овладеть основными методами решения сюжетных задач: арифметический, алгебраический, перебор вариантов, геометрический,

графический, применять их в новых по сравнению с изученными ситуациях.

Адаптируем процессуальный блок модели формирования инженерного мышления, представленный в 1.3 к вышеуказанным требованиям курса алгебры 7-9 классов, которые определяют информационную базу. Деятельностное наполнение компонент инженерного мышления определяется содержательным составом этапов математического моделирования. Результаты представим в таблице 5.

Таблица 5

Влияние информационной базы и опыта работы в курсе алгебры 7-9 классов на наполнение этапов математического моделирования и содержание компонент инженерного мышления

<p>Информационная база и опыт работы в школьном курсе алгебры 7-9 классов</p>	<p>Математическое моделирование</p> <p>1 этап. Определение объектов задачи и связей между ними Действие: определение объектов, выявление связей между ними</p> <p>2 этап. Построение математической модели Действие: выбор математического языка и перевод условия задачи на математический язык, построение модели, в том числе с помощью граф-схемы</p> <p>3 этап. Решение математической модели Действие: выбор способа решения математической модели, его аргументация и реализация</p> <p>4 этап. Анализ полученного результата. Действие: согласование полученных результатов с заявленными условиями, их</p>
--	---

	исследования и его перевод с языка математики на исходный язык
<p>Инженерное мышление</p> <p>Конструктивное мышление</p> <p>Основные глаголы действий: выбор, определение, корректировка, конструирование, построение, аргументация, решение, планирование, целеполагание</p> <p>Исследовательское мышление</p> <p>Основные глаголы действий: определение, сопоставление, аргументация, пояснение, исследование, решение, вывод</p> <p>Научно-теоретическое мышление</p> <p>Основные глаголы действий: учет, определение, выделение, выдвижение, описание, соотнесение, связывание, установление, выявление, обоснование, согласование</p> <p>Преобразующее мышление</p> <p>Основные глаголы действий: соотнесение, перевод, решение, выбор, преобразование, связывание, согласование, корректировка</p>	

На основе таблицы были определены следующие типы сюжетных задач, в которых соблюдаются все этапы математического моделирования с целью формирования инженерного мышления:

- задачи повышенной трудности на скорость, покупки и работу;
- задачи, имеющие физический смысл (в том числе задачи на объемы фигур);
- задачи на прямую и обратную пропорциональность;
- задачи на составление уравнений или систем уравнений, как модели задачи;
- задачи повышенного уровня на проценты.

Решение данных типов задач может осуществляться с помощью основных методов решения сюжетных задач: арифметическим, алгебраическим, геометрическим, графическим., предложенных в основной образовательной программе основного общего образования.

Рассмотрим взаимовлияние каждого из предложенных методов на деятельностное содержание компонент инженерного мышления и этапов математического моделирования, с учетом влияния информационной базы и опыта работы в курсе алгебры 7-9 классов.

Рис.9. Влияние арифметического метода на деятельностное наполнение этапов математического моделирования и компонент инженерного мышления с учетом информационной базы школьного курса алгебры 7-9 классов

Рис.10. Влияние арифметического метода на деятельностное наполнение

этапов математического моделирования и компонент инженерного мышления с учетом информационной базы школьного курса алгебры 7-9 классов

Рис.11. Влияние геометрического и графического методов на деятельностное наполнение этапов математического моделирования и компонент инженерного мышления с учетом информационной базы школьного курса алгебры 7-9 классов

Опираясь на вышесказанное показали взаимосвязь и взаимовлияние выбранного средства с содержанием курса алгебры 7-9 классов и методов организации деятельности.

В примерной основной образовательной программе среднего общего образования [51] определяются следующие требования к результату обучения решению текстовых задач в курсе алгебры и начала анализа 10-11 классов. В процессе обучения математике учащийся должен обладать умением (на базовом и углубленном уровнях):

- решать задачи разных типов, а так же разных уровней сложности;
- анализировать условия задачи, с учетом выбора оптимального, метода

решения задачи с позиции критерия точности;

– осуществлять аргументированный выбор математического языка, строить модель задачи и проводить доказательные рассуждения;

– понимать и использовать для решения задачи информацию, представленную в виде текстовой и символической записи, схем, таблиц, диаграмм, графиков, рисунков;

– анализировать и интерпретировать результаты в контексте условия задачи, выбирать решения, не противоречащие контексту;

– работать с избыточными условиями, выбирая из всей информации, данные, которые необходимы для решения задачи;

– переводить в процессе решения задачи информацию из одной формы в другую;

– перебирать все возможные варианты методов решения задачи и выбирать из них оптимальное по критериям, сформулированным в условии.

Адаптируем процессуальный блок модели формирования инженерного мышления, представленный в 1.3 к вышеуказанным требованиям курса алгебры и начала анализа 10-11 классов, которые определяют информационную базу. Деятельностное наполнение компонент инженерного мышления определяется содержательным составом этапов математического моделирования. Результаты представим в таблице 6.

Таблица 6

Влияние информационной базы и опыта работы в курсе алгебры и начала анализа 10-11 классов на наполнение этапов математического моделирования и содержание компонент инженерного мышления

	Математическое моделирование 1 этап. Определение объектов задачи и связей между ними Действие: определение объектов, выявление основных особенностей объекта и связей между ними, не
--	--

**Информационная база и опыт
работы в школьном курсе алгебры
и начала анализа 10-11 классов**

только в рамках условий задачи, но и
выход за их границы

**2 этап. Построение математической
модели**

Действие: аргументированный выбор
математического языка, перевод
условия задачи на математический
язык, построение различных моделей
и выбор оптимальной модели по
критериям, сформулированным в
условии

**3 этап. Решение математической
модели**

Действие: обоснованный выбор
метода решения математической
модели математическими способами
и приведение доказательных
рассуждений в процессе решения

**4 этап. Анализ полученного
результата**

Действие: интерпретация
полученных результатов и
согласование этих результатов или
измерений параметров реальных
объектов с теоретическим
исследованием построенной модели и
его перевод с языка математики на
исходный язык

Инженерное мышление**Конструктивное мышление**

Основные глаголы действий:
постановка цели, выбор,
планирование, определение,
корректировка, конструирование,
поиск, построение, аргументация,
решение

Исследовательское мышление

Основные глаголы действий: выход
за рамки алгоритмов, определение,
сопоставление, аргументация,
пояснение, исследование, решение,
вывод, доказательство

Научно-теоретическое мышление

Основные глаголы действий: учет,
определение, выделение,
выдвижение, описание, расчленение,
соотнесение, связывание,
установление, выявление,
обоснование, согласование

Преобразующее мышление

Основные глаголы действий:
соотнесение, перевод, решение,
выбор, преобразование, связывание,
согласование, корректировка,
аргументация

На основе таблицы были определены следующие типы сюжетных задач:

– задачи с практическим содержанием;

- задачи на нахождения количества предметов;
- задачи с избыточными данными;
- задачи на нахождение экономии и сдачи;
- задачи на расчет затрат, оплату услуг и т.д.;
- задачи на проценты повышенной трудности;
- задачи физического и геометрического смысла.

Решение данных типов задач может осуществляться с помощью основных методов решения сюжетных задач: арифметическим, алгебраическим, геометрическим, графическим., предложенных в основной образовательной программе основного общего образования.

Проиллюстрируем взаимовлияние каждого из предложенных методов на деятельностное содержание компонент инженерного мышления и этапов математического моделирования, с учетом влияния информационной базы и опыта работы в курсе алгебры и начала анализа 10-11 класса.

Рис.12. Влияние арифметического и алгебраического методов на деятельностное наполнение этапов математического моделирования и компонент инженерного мышления с учетом информационной базы школьного курса алгебры и начала анализа 10-11 классов.

Рис.13. Влияние геометрического и графического методов на деятельностное наполнение этапов математического моделирования и компонент инженерного мышления с учетом информационной базы школьного курса алгебры и начала анализа 10-11 классов.

Опираясь на результаты представленные в таблице 6 и рисунках 12 и 13 определили взаимосвязь и взаимовлияние выбранного средства с содержанием курса алгебры и начала анализа 10-11 классов и методов организации деятельности.

Анализируя полученные выше результаты можно сделать вывод о том, что элементы методической системы оказывают взаимовлияние друг на друга.

В данном параграфе проанализирована учебно-методическая литература по математике, а так же нормативные документы, выделены требования к результату усвоения дидактической единицы "текстовые задачи" в зависимости от ступеней школьного курса математики. Показано влияние элементов методической системы друг на друга.

2.2. Примеры реализации методики формирования инженерного мышления учащихся с помощью математического моделирования в процессе обучения математике

Целью данного параграфа является раскрытие особенностей процесса обучения математике в контексте формирования инженерного мышления учащихся посредством использования математического моделирования.

Основой для разработки методики послужила модель формирования инженерного мышления учащихся в процессе обучения математике, представленная в I главе. В соответствии с выделенной моделью в 2.1 была определена информационная база, основывающаяся на требованиях к результату освоения дидактической единицы "текстовая задача", согласно ступеням школьного курса математики. Формирование инженерного мышления происходит с учетом этапов математического моделирования. В исследовании выделено четыре этапа математического моделирования:

- 1 этап – определение объектов задачи и связей между ними;
- 2 этап – построение математической модели;
- 3 этап – решение математической модели;
- 4 этап – анализ полученного результата.

Выделим требования к использованию математического моделирования:

1. Математическое моделирование должно реализовываться непосредственно в классно-урочной деятельности, при решении предложенных заданий.

2. Задания, направленные на использование математического моделирования должны систематически включаться в процесс обучения математике при изучении тем, на которых возможно использование математического моделирования.

3. Задания, направленные на использование математического моделирования должны быть разработаны заранее.

Приведем пример организации и проведения образовательного процесса,

направленного на формирование инженерного мышления учащихся в процессе обучения математике и пример организации поиска решения задачи. Результаты организации деятельности, направленной на поиск решения задачи и формирование инженерного мышления, согласно обогащенным этапам математического моделирования для 7-го класса представлены в таблице 7.

Задача 1:

Даны три числа, сумма которых равна 132. Сумма двух из них равна 95, а первое число на 15 больше второго. Найдите эти числа.

Таблица 7

Соотнесение сравнительной деятельности обучающихся по поиску решения задачи и деятельности, направленной на формирование инженерного мышления, согласно обогащенным этапам математического моделирования для курса алгебры 7-го класса

Компоненты инженерного мышления и пооперационный состав умений	Действия обучающихся
1 этап математического моделирования. Определение объектов задачи и связей между ними	
	<p>по поиску решения задачи</p> <p>определяет названия объектов, содержащихся в задаче, выявление связей между неизвестными величинами [23]; устанавливает все элементы (объекты) задачи [49]; словесно-смысловое описание объекта[57].</p> <p>Проиллюстрируем данные действия примером:</p> <p>определяет объекты задачи: три числа, сумма которых равна 132;</p>

	определяет связи между объектами: сумма двух равна 95; первое число на 15 больше второго
описание действий, осуществляемых на этапе для поиска решения задачи: анализ условия задачи, выделение объектов, о которых говорится в задаче, их свойств и связей между ними	
научно-теоретическая компонента умение определять объекты окружающей действительности или объекты задачи; умение выделять свойства этих объектов и связи между ними для создания более точной математической модели; умение выдвигать различные предположения о сущности объектов задачи, описание которой отсутствует в ее условии	для формирования компонент инженерного мышления определяет объекты задачи и их свойства: объекты – числа. Определяет связи между объектами: объекты связаны между собой знаками действий (исходя из условия действием сложения); сумма двух чисел (не уточнено каких) равна 95; первое число на 15 больше второго. Выдвигает предположение о возможности решения задачи не только на множестве натуральных чисел, но и на множестве рациональных чисел
описание действий, осуществляемых на этапе для формирования компонент инженерного мышления: анализ условия задачи, выделение объектов, о которых говорится в задаче, их свойств и связей между ними, а так же выдвижение предположений о сущности объектов задачи, описание которой отсутствует в условии	
2 этап математического моделирования. Построение математической модели	
	по поиску решения задачи

строит модели поиска решения задачи: а) записывает обозначения искомой величины; б) использует связи между значениями соответствующих неизвестных величин [22]. Конструирует простейшие математические модели данной задачной ситуации [29]. Строит математическую модель путем перевода конкретной ситуации на математический язык [16]. Математизирует действительность путем построения математической модели фрагмента действительности [48].

Проиллюстрируем данные действия примером:

Переводит условия задачи на математический язык:

Так как у нас есть три числа, мы не знаем каких именно, то обозначим: x – первое число, y – второе число, z – третье число.

"Сумма трех неизвестных чисел равна 132" – $x+y+z=132$;

"Первое число на 15 больше второго" – $x=y+15$;

"Сумма двух из них равна 95" – $x+y=95$; $x+z=95$; $y+z=95$.

	<p>Составляет математическую модель задачи:</p> $x+y+z=132$ $x=y+15$ $x+y=95,$ <p>учитывая все условия, которые мы перевели на математический язык, получаем не одну системы уравнений, а три:</p> $x+y+z=132 \quad x+y+z=132$ $x=y+15 \quad x=y+15$ $x+z=95, \text{ и} \quad y+z=95.$ <p>Получает три системы уравнений</p>
<p>описание действий, осуществляемых на этапе для поиска решения задачи: <u>выбор</u> математического языка, на который будет переведена задача; <u>перевод</u> задачной ситуации на язык математических отношений</p>	
<p>преобразующая и конструктивная компонента</p> <p>умение ставить перед собой цель, с учетом всех ресурсов-объектов; умение выбирать оптимальные методы и средства для достижения поставленной цели; планировать последовательность своих действий; умение вносить коррективы в модель. умение переводить условие задачи на различные математические языки и обоснованно выбирать наиболее оптимальный язык с позиции</p>	<p>для формирования компонент инженерного мышления</p> <p>ставит цель данного этапа: строит математическую модель. Для достижения данной цели осуществляет выбор математического языка, на который будет переводиться задача (схемы, уравнения, таблицы). Осуществляет перевод условий задачи на все возможные математические языки (чертежи, схемы, уравнения) и выбирает наиболее подходящий язык</p>

<p>принципа точности</p>	<p>с позиции принципа точности. В данной задаче наиболее точной будет модель, переведенная на знаково-символический язык. Математическая модель – система уравнений</p>
<p>описание действий, осуществляемых на этапе для формирования инженерного мышления: постановка цели и планирование деятельности по достижению поставленной цели. Перевод условий задачи на различные математические языки и выбор наиболее точного языка, для представления математической модели</p>	
<p>3 этап математического моделирования Решение математической модели</p>	
	<p>по поиску решения задачи</p> <p>работает с математической моделью, преобразует ее [1]. Работает с полученной математической моделью [16]. Записывает полученную модель и переходит к ее решению [22].</p> <p>Проиллюстрируем данные действия примером:</p> <p>определяет уже известный, изученный способ, для решения данных систем:</p> <p>1 система:</p> $x+y+z=132$ $x=y+15$ $x+y=95,$ <p>$x+y=95$, значит $z= 132-95=37$.</p>

	<p>Если $x=y+15$, то $(y+15)+y+37=132$.</p> $2y+52=132$ $2y=132-52$ $2y=80$ $y=40$ <p>2 система:</p> $x+y+z=132$ $x=y+15$ $x+z=95,$ $z=95-x,$ где $x=y+15$, составляет и решает линейное уравнение $(y+15)+y+95-(y+15)=132$ $y+15+y+95-y-15=132$ $y+95=132$ $y=37$ <p>3 система:</p> $x+y+z=132$ $x=y+15$ $y+z=95,$ Пусть $z=95-y$, то составляет линейное уравнение и решает его $(y+15)+y+(95-y)=132$ $y+15+y+95-y=132$ $y+110=132$ $y=22$
<p>описание действий, осуществляемых на этапе для поиска решения: решение построенной математической модели, а так же ее преобразование в ходе решения</p>	
<p>исследовательская компонента</p>	<p>для формирования компоненты</p>

<p>умение выходить за рамки алгоритмов, образцов или моделей; умение сопоставлять модель задачи с известными классами задач; умение аргументировать свой выбор, пояснять свои действия и полученные результаты</p>	<p>инженерного мышления</p> <p>опираясь на предыдущий этап, обучающийся возвращается к выводу о том, что составленная модель является системой линейных уравнений. Проговаривает, что решение систем линейных уравнений можно осуществить следующими методами:</p> <ul style="list-style-type: none"> – подстановки; – сложения; – введения новой переменной, тем самым соотносит полученную модель с известными классами задач. <p>Производит выбор метода и аргументирует свой выбор.</p> <p>Осуществляет корректировку математической модели, в зависимости от выбранного метода.</p> <p>Решает преобразованную математическую модель</p>
<p>описание действий, осуществляемых на этапе для формирования инженерного мышления: сопоставление полученной модели с известными классами задач, определение всех возможных методов для решения данной модели. Выбор одного метода и аргументация своего выбора. Решение преобразованной модели</p>	
<p>4 этап математического моделирования</p> <p>Анализ полученного результата</p>	
	<p>по поиску решения задачи</p>

интерпретирует результат работы над моделью данной задачной ситуации, обобщает результаты решения задачи [29]. Интерпретирует результаты решения полученной модели [68]. Интерпретирует полученные результаты [16]. Соотносит полученные результаты к реальному миру [48].

Проиллюстрируем данные действия примерами:

Анализирует полученные результаты:

1 система

получает следующие результаты:

$x=55$, $y=40$, $z=37$. Переводит условия с математического языка на язык задачи: x – первое число, y – второе число, z – третье число.

Проверяет выполнимость условий:

"Сумма трех неизвестных чисел равна 132"

$$55+40+37=132$$

"Первое число на 15 больше второго"

$$55-40=15$$

"Сумма двух из них равна 95"

$$55+40=95$$

Все условия выполняются, задача решена верно.

2 система

получает следующие результаты:
 $x=52$, $y=37$, $z=43$. Переводит условия с математического языка на язык задачи: x – первое число, y – второе число, z – третье число.

Проверяет выполнимость условий:

"Сумма трех неизвестных чисел равна 132"

$$52+37+43=132$$

"Первое число на 15 больше второго"

$$52-37=15$$

"Сумма двух из них равна 95"

$$52+43=95$$

Все условия выполняются, задача решена верно.

3 система

получает следующие результаты:

$x=37$, $y=22$, $z=73$. Переводит условия с математического языка на язык задачи: x – первое число, y – второе число, z – третье число.

Проверяет выполнимость условий:

"Сумма трех неизвестных чисел равна 132"

$$37+22+73=132$$

"Первое число на 15 больше второго"

$$37-22=15$$

"Сумма двух из них равна 95"

$$73+22=95$$

	Все условия выполняются, задача решена верно
<p>описание действий, осуществляемых на этапе: анализ полученных результатов, который заключается в проверке достоверности полученных результатов, соответствии и выполнении все условий, поставленных в задаче. Перевод математического языка на язык задачи</p>	
<p>преобразующая, конструктивная и научно-теоретическая компонента</p> <p>умение определять степень достижения цели и вносить коррективы в модель, если это необходимо; умение соотносить объект со свойствами, которые заявлены в задаче и с сущностью объекта, о которой в задаче не говорится; умение соотносить полученную модель с реальностью; умение переводить условие задачи на различные математические языки и обратно</p>	<p>направленные на формирование заявленных компонент</p> <p>анализирует полученные результаты с целью получения выводов. Проверяет соответствия заявленных условий и полученных результатов. В случае несоответствия заявленных условий и полученных результатов возвращается к одному из предыдущих этапов. Возвращается к выдвинутому предположению и анализирует его результаты. Переводит с выбранного математического языка на язык задачи.</p> <p>Выводы: Полученные результаты соответствуют начальным заявленным условиям. Полученные числа являются натуральными, при составлении модели были учтены все условия, поэтому других вариантов ответа не может быть. Предположение о том, что решение</p>

	можно осуществить на множестве рациональных числах не подтвердилось
<p>описание действий, осуществляемых на этапе для формирования инженерного мышления: анализ полученных результатов, который заключается в интерпретации полученных результатов и согласовании этих результатов с заявленными условиями, их исследования и его перевод с языка математики на исходный язык</p>	

В таблице была представлена реализация методики, направленной на формирование инженерного мышления учащихся в процессе обучения математике на примере решения данного задания. Представленный фрагмент образовательного процесса содержит все элементы представленной модели формирования инженерного мышления учащихся в процессе обучения математике, которая представлена в параграфе 1.3.

Можно сказать, что разработанный в данном исследовании фрагмент организации и проведения образовательного процесса, направленного на формирование инженерного мышления учащихся в процессе обучения математике с использованием этапов математического моделирования обеспечивает формирование инженерного мышления.

Поставленная в данном исследовании цель достигнута

2.3. Организация, проведение и результаты констатирующего эксперимента

Для проверки полученных теоретическими методами результатов нами были проведены апробация и некоторые этапы педагогического эксперимента. В данном параграфе сформулированы основные задачи и методы педагогического эксперимента, описана организация и выводы констатирующего эксперимента.

С целью подтверждения или опровержения гипотезы, выдвинутой в начале настоящего исследования, проведем педагогический эксперимент.

Педагогический эксперимент состоит из трех этапов:

1. поисково-констатирующий;
2. формирующий;
3. контрольно-оценочный.

На поисково-констатирующем этапе выясним текущую ситуацию по формированию инженерного мышления у обучающихся в практике работы школ. Основной целью данного этапа является представление материала для дальнейшей обработки в теоретическом познании. В качестве основных методов поисково-констатирующего этапа выделяют:

- проведение наблюдений за деятельностью учителей и учеников в ходе процесса обучения математике;
- проведение опросов и анкетирования учителей и учеников;
- проведение срезов знаний;
- тестирование учеников.

На формирующем этапе проведем экспериментальные уроки математики с использованием математического моделирования, способствующих формированию инженерного мышления у обучающихся. Данный этап сопровождается конкретизацией соответствующих целей и содержанием учебного процесса, обнаружением математических основ изучаемых тем; определением структуры учебной деятельности; поиском и обнаружением

методических средств и способов осуществления данной методики в обучении математике.

На заключительном контрольно-оценочном этапе сравним первоначальные показатели и результаты экспериментального ведения уроков математики с использованием математического моделирования для формирования инженерного мышления у обучающихся.

Определим задачи, методы, способы проверки и планируемые результаты педагогического эксперимента (табл.8)

Таблица 8

Основные задачи, методы и результаты педагогического эксперимента

Задачи этапа, содержание исследования	Используемые методы	Способы проверки эффективности методов исследования	Планируемые результаты эксперимента
1 этап. Констатирующий			
Выявление предпосылок для построения методики формирования инженерного мышления у обучающихся в процессе обучения математике	Анализ школьных учебников с целью выяснения возможностей содержания курса математики, наблюдение с целью изучения опыта учителей формирования инженерного	Статистические методы обработки результатов	Проведение анализа результатов анкетирования учащихся по определению уровня сформированности и инженерного мышления у обучающихся

	мышления у обучающихся		
2 этап. Поисковый			
Изучение методик формирования инженерного мышления у обучающихся в процессе обучения математике	Анализ психолого-педагогической и методической литературы, анализ государственных образовательных стандартов, учебных программ, пособий и методических материалов, теоретическое моделирование	Выступление на собрании учителей МАОУ "СОШ №54", оформление и представление статьи	Выделение математического моделирования, как средства формирования инженерного мышления у обучающихся в процессе обучения математике. Установление структурных компонент модели для построения методики формирования инженерного мышления у обучающихся в процессе обучения математике

Эксперимент проводился на базе МАОУ "СОШ №54" г.Новоуральска в 7-х классах (56 человек).

Рассмотрим организацию и основные характеристики первого этапа педагогического эксперимента, который предполагает решение следующих задач:

- через посещение уроков и их анализ выявить общую картину обучения учащихся в 7 классах;
- путем опроса учителей изучить их опыт по организации деятельности учащихся на уроках математики, направленной на формирование инженерного мышления;
- построение модели формирования инженерного мышления;
- проверка уровня сформированности инженерного мышления у учащихся 7-х классов.

На констатирующем этапе эксперимента был проведен анализ уроков с целью выявления общей картины обучения 7-х классов; проводились опросы и анализ работы учителей математики 7-х классов. Проведенные в процессе данного этапа опросы и беседы учителей математики по вопросу, организации работы по формированию инженерного мышления, позволили сделать вывод о том, что большинство интервьюируемых затруднились ответить на данный вопрос и не в полной мере владеют методиками формирования инженерного мышления

Результаты констатирующего эксперимента помогли определить направления поискового этапа эксперимента: определить уровень сформированности инженерного мышления и дидактические средства его повышения.

Одним из пунктов констатирующего этапа педагогического эксперимента является анкетирование учителей математики, на предмет выявления общей картины педагогической работы, направленной на формирование инженерного мышления у обучающихся. Результаты анкетирования учителей математики представлены в таблице 8

Таблица 8

Результаты анкетирования учителей математики МАОУ «СОШ № 54»

Вопрос анкеты	Ответ учителя				Затрудняюсь ответить	
	Да	%	Нет	%		%
Вам близка проблема формирования инженерного мышления?	5	71%	1	14%	1	14%
Вы ведете работу над решением данной проблемы?	2	29%	3	43%	2	29%
Вам знакомы методики формирования инженерного мышления?	1	14%	5	71%	1	14%
В своей работе Вы пользуетесь этими методиками?	1	14%	6	85%	0	0%
Знакомы ли Вы с математическим моделированием?	7	100%	0	0%	0	0%
В своей работе Вы применяете математическое моделирование?	7	100%	0	0%	0	0%
В своей работе Вы применяете математическое моделирование для формирования инженерного мышления?	0	0%	6	85%	1	14%
Вы испытываете необходимость в освоении методики использования математического моделирования для формирования инженерного мышления?	4	57%	1	14%	2	29%

Опираясь на таблицу 8 можно сделать вывод о том, что большинство учителей математики выделяют проблему формирования инженерного мышления, однако недостаточная разработка и освоение методик затрудняют разрешение данной проблемы, поэтому настоящее исследование является актуальным.

На поисковом этапе эксперимента выполнялся анализ психолого-педагогической и методической литературы, который позволил: построить модель формирования инженерного мышления; описать покомпонентное формирование инженерного мышления; исследовать возможность использования математического моделирования для формирования инженерного мышления.

В исследовании выдвинуто предположение о том, что формирование инженерного мышления у обучающихся в процессе обучения математике будет обеспечено, если в качестве средства использовать математическое моделирование, при следующем соотнесении его этапов с компонентами математического моделирования:

Научно-теоретическая компонента на этапе установления законов, связывающих объекты модели;

Исследовательская компонента на этапе анализа полученного результата;

Конструктивная компонента на этапе построения математической модели и этапе решения математической модели;

Преобразующая компонента на этапе построения математической модели и этапе анализа полученного результата.

Для выявления у обучающихся уровня сформированности инженерного мышления были выделены следующие критерии, за основу выделения данных критериев была проанализирована работа следующих авторов [54]: когнитивный, нравственно-эмоциональный, рефлексивный и организационно-волевой.

Показателями когнитивного критерия у обучающихся служат объективное определение ситуации, планирование хода деятельности, умение выделить исследовательскую задачу, и сопоставить эту задачу с известными классами задач, вариативность мышления, исключение "ошибочной" ситуации, уход от преждевременных выводов и оценок, осмысление конструктивных

способов проведения исследовательской деятельности, умение обнаружить скрытую проблему, избавление от собственных иррациональных идей.

Среди показателей нравственно-эмоционального критерия выделяют мотивацию к осуществлению научно-исследовательской деятельности, осознание значимости личного вклада.

К показателям рефлексивного критерия можно отнести постановку цели, самонаблюдение, самоанализ, умение конструктивно преобразовывать личный опыт, с целью его практического применения.

Организационно-волевой критерий заключается в наличии целеустремленности, настойчивости, умения контролировать собственную деятельность.

С учетом представленных критериев и на основе выделенных уровней формирования инженерного мышления, представленных в работе [40] и таблице, приведенной в работе [38] была составлена таблица 7:

Таблица 7

Уровни формирования инженерного мышления

Критерии	Проявления каждого компонента инженерного мышления		
	Низкий Уровень	Средний Уровень	Высокий Уровень
Рефлексивный	В полной мере не осознает важность получаемых теоретических знаний для собственного развития, теряется, попадая в необычную ситуацию,	Осознает важность получаемых теоретических знаний для собственного развития, требуется помощь в необычных ситуациях, медленно	Осознает важность получаемых теоретических знаний для собственного развития, хорошо ориентируется в необычных ситуациях, достаточно быстро

	трудом переключается на другие виды деятельности	переключается на другие виды деятельности	переключается на другие виды деятельности
Нравственно- эмоциональный	Отсутствие соревновательного интереса, полное отсутствие оригинальных идей, не осознает личный вклад в исследовательскую деятельность	Наличие соревновательного интереса, частичное наличие оригинальных идей, частично осознает личный вклад в исследовательскую деятельность	Яркое проявление соревновательного интереса, проявление творческой инициативны, в полной мере осознает личный вклад в исследовательскую деятельность
Организационно -волевой	Плохо контролирует свою деятельность, попадает из одной крайности в другую, требуется постоянная помощь	Частично контролирует свою деятельность, в отдельных ситуациях требуется помощь	Умеет контролировать свою деятельность, может справляться самостоятельно, без помощи окружающих
Когнитивный	Не прослеживается наличие оригинальных идей, необходима	Прослеживается наличие оригинальных идей, необходима помощь в	Наличие оригинальных идей, умеет решать неординарные

	помощь в создании модели в конкретной области знаний	создании модели в близких областях знаний	практические задачи, частично справляется с построением модели в близких областях знаний
--	--	---	--

По каждому из критериев были определены критерии низкого, среднего и высокого уровней, с использованием которых оценивались результаты эксперимента.

Приведем примеры контрольных заданий (табл.8):

Таблица 8

Примеры контрольных заданий

Контрольные задания	Контрольное задание на входе	Контрольное задание на выходе
	В четырех цехах работают 435 человек. В первом цехе рабочих в 2,5 раза больше чем во втором, и на 195 человек меньше, чем в третьем. В четвертом цеху работает 40 человек. Сколько рабочих в первом, втором и третьем цехах?	В соревнованиях принимало 900 человек. Известно, что от завода принимало участие в 3 раза больше человек, чем от учителей разных школ, и в 2 раза меньше, чем медицинских работников. Сколько человек участвовало в соревнованиях от завода, учителей школ и медицинских работников?
Вопросы к задачам		
1. Определите объекты, о		

<p>которых идет речь в задаче. Укажите свойства этих объектов и связи между ними</p>		
<p>2. Определите язык математической модели. Переведите язык задачи на выбранный математический язык. Что будет являться математической моделью?</p>		
<p>3. Выберите метод решения математической модели и объясните свой выбор и решите математическую модель</p>		
<p>4. Соотнесите полученные результаты с заявленными условиями и переведите полученные результаты на язык задачи</p>		

Комментарии к поставленным вопросам

Первый вопрос направлен на определение осознанности обучающимся важности получаемых теоретических знаний, через возможности учащимися выделять объекты задачи, их свойства и связи между этими объектами, что соответствует рефлексивному критерию. Второй вопрос позволяет проверить

наличие оригинальных идей, возможность самостоятельного построения модели, через знание математических языков и умение обучающихся преобразовывать язык задачи на математический язык, ответ на этот вопрос требует от обучающихся умения переносить полученные знания в ситуацию, заданную условиями задачи, что соответствует когнитивному критерию. Третий вопрос позволяет проверить организационно-волевой критерий, который заключается в контроле и коррекции своих действий, через выбор и пояснение выбранного метода для решения математической модели. Четвертый вопрос позволяет проверить осознание личного вклада в исследовательскую деятельность, через умение анализировать полученный собой результат и интерпретировать его на язык задачи.

В таблицах 9, 10, 11, 12 представлено количественное соотношение обучающихся контрольной группы по уровням критериев.

Таблица 9

Количественное распределение обучающихся по уровням сформированности инженерного мышления (когнитивный критерий)

Уровень сформированности инженерного мышления	Количество обучающихся	
	Абсолютное число	%
Низкий	27	48%
Средний	20	36%
Высокий	9	16%

Таблица 10

Количественное распределение обучающихся по уровням сформированности инженерного мышления (рефлексивный критерий)

Уровень сформированности инженерного мышления	Количество обучающихся	
	Абсолютное число	%
Низкий	27	48%
Средний	17	30%
Высокий	12	21%

Таблица 11

Количественное распределение обучающихся по уровням сформированности инженерного мышления (организационно-волевой критерий)

Уровень сформированности инженерного мышления	Количество обучающихся	
	Абсолютное число	%
Низкий	22	39%
Средний	21	38%
Высокий	13	23%

Таблица 12

Количественное распределение обучающихся по уровням сформированности инженерного мышления (нравственно-эмоциональный критерий)

Уровень сформированности инженерного мышления	Количество обучающихся	
	Абсолютное число	%
Низкий	25	45%
Средний	18	32%
Высокий	13	23%

В среднем анализ результатов выполнения предложенного задания показал, что 45% обучающихся продемонстрировали низкий уровень сформированности инженерного мышления, 34% обучающихся недостаточно владеет необходимыми знаниями для формирования инженерного мышления и только у 21% на достаточно высоком уровне сформировано инженерное мышление. Результаты констатирующего этапа эксперимента показали недостаточный уровень сформированности инженерного мышления. Это позволяет сделать вывод о том, что на начало эксперимента формирование инженерного мышления у обучающихся в контрольной группе находятся на низком уровне. Однако, мы полагаем, что планируемые в ходе исследования результаты позволят нам утверждать, что целенаправленное применение предлагаемой методики посредством построения процесса обучения

математике с использованием математического моделирования способствует формированию инженерного мышления у обучающихся.

В дальнейшем на контрольно-оценочном этапе педагогического эксперимента возникнет необходимость в статистической обработке результатов исследования. Приведем пример возможной статистической обработки данных.

С целью подтверждения планируемых результатов была определена контрольная группа обучающихся и выдвинуты гипотезы (H_0 , H_1).

H_0 : сформированность инженерного мышления до и после применения методики не изменилась.

H_1 : сформированность инженерного мышления до и после применения методики достоверно изменилась.

Диагностика формирования инженерного мышления у обучающихся проводилась на основе выделенных критериев: когнитивный, нравственно-эмоциональный, рефлексивный и организационно-волевой. По каждому из критериев формирования инженерного мышления были выделены критерии низкого, среднего и высокого уровней, с использованием которых оценивались результаты эксперимента.

Для сопоставления результатов на входе педагогического эксперимента и выходе, то есть двух статистически независимых выборок, целесообразно использовать стандартный статистический метод Пирсона χ^2 , применение которого возможно, поскольку обеспечено требование о минимальном количественном составе 56 обучающихся (при 30 необходимых). Количество дифференцируемых уровней усвоения знаний g равно трем, следовательно, число степеней свободы $v = g - 1 = 2$. Соответствующие критические значения χ^2 составляют для уровня значимости $p \leq 0,05$ $\chi^2_{кр} = 5,996$.

Вычисление значения $\chi^2_{\text{эксп.}}$ осуществлялось по стандартной схеме. В соответствии с особенностями метода, если $\chi^2_{\text{эксп.}} < \chi^2_{\text{кр}}$ для $p \leq 0,05$, применяется нулевая гипотеза; если $\chi^2_{\text{эксп.}} \geq \chi^2_{\text{кр}}$ для $p \leq 0,05$, принимается экспериментальная гипотеза; если $\chi^2_{\text{эксп.}} \geq \chi^2_{\text{кр}}$ для $p \leq 0,01$, экспериментальная гипотеза считается безусловно достоверной.

Статистическая обработка результатов на основе выделенных показателей (научно-теоретический, исследовательский, преобразующий, конструктивный) представлена в таблицах 13, 14, 15, 16.

Таблица 13

Статистическая обработка результатов (рефлексивный критерий)

Показатель	Количество обучающихся		$n_{\text{вх}} + n_{\text{вых}}$	Частоты		$\frac{(f_{\text{вх}} - f_{\text{вых}})^2}{n_{\text{вх}} + n_{\text{вых}}}$
	$n_{\text{вх}}$	$n_{\text{вых}}$		$f_{\text{вх}}$	$f_{\text{вых}}$	
Низкий	27	15	42	0,4821	0,2679	0,001093
Средний	17	18	35	0,3036	0,3214	0,000009
Высокий	12	23	35	0,2143	0,4107	0,001102
Сумма	56	56	112	1	1	0,002205
$v = 2$	$\chi^2_{\text{вх}} = 5,996$ для $p \leq 0,05$					
	$\chi^2_{\text{вых}} = 6,914$ Принимается H_1					

Таблица 14

Статистическая обработка результатов (нравственно-эмоциональный критерий)

Показатель	Количество обучающихся		$n_{\text{вх}} + n_{\text{вых}}$	Частоты		$\frac{(f_{\text{вх}} - f_{\text{вых}})^2}{n_{\text{вх}} + n_{\text{вых}}}$
	$n_{\text{вх}}$	$n_{\text{вых}}$		$f_{\text{вх}}$	$f_{\text{вых}}$	
Низкий	25	14	39	0,4464	0,2500	0,000989
Средний	18	18	36	0,3214	0,3214	0,000000
Высокий	13	24	37	0,2322	0,4286	0,001043
Сумма	56	56	112	1	1	0,002032
$v = 2$	$\chi^2_{\text{вх}} = 5,996$ для $p \leq 0,05$					
	$\chi^2_{\text{вых}} = 6,373$ Принимается H_1					

Таблица 15

Статистическая обработка результатов (когнитивный критерий)

Показатель	Количество	$n_{\text{вх}} +$	Частоты	$(f_{\text{вх}} - f_{\text{вых}})^2$
------------	------------	-------------------	---------	--------------------------------------

	обучающихся		n _{вых}			
	n _{вх}	n _{вых}		f _{вх}	f _{вых}	
Низкий	27	15	42	0,4821	0,2679	0,001093
Средний	20	23	43	0,3571	0,4107	0,000067
Высокий	9	18	27	0,1608	0,3214	0,000957
Сумма	56	56	112	1	1	0,002117
v = 2	$\chi^2_{\text{вх}} = 5,996$ для $p \leq 0,05$					
	$\chi^2_{\text{вых}} = 6,638$ Принимается H ₁					

Таблица 16

Статистическая обработка результатов (организационно-волевой критерий)

Показатель	Количество обучающихся		n _{вх} + n _{вых}	Частоты		$\frac{(f_{\text{вх}} - f_{\text{вых}})^2}{n_{\text{вх}} + n_{\text{вых}}}$
	n _{вх}	n _{вых}		f _{вх}	f _{вых}	
Низкий	22	11	33	0,3929	0,1964	0,001169
Средний	21	23	44	0,3750	0,4107	0,000029
Высокий	13	22	35	0,2321	0,3929	0,000738
Сумма	56	56	112	1	1	0,001936
v = 2	$\chi^2_{\text{вх}} = 5,996$ для $p \leq 0,05$					
	$\chi^2_{\text{вых}} = 6,072$ Принимается H ₁					

На основании статистической обработки полученных результатов можно сделать вывод о том, что $\chi^2_{\text{эмп.}} > \chi^2_{\text{кр}}$ для $p \leq 0,05$, что доказывает достоверность гипотезы H₁.

Таким образом, в результате анализа анкетирования учителей математики МАОУ «СОШ № 54» выявлено, что проблема настоящего исследования является актуальной, однако педагоги испытывают затруднения в способах ее разрешения. В результате диагностики обучающихся выявлено, что большая часть обучающихся не обладает, либо обладает в недостаточной степени инженерным мышлением. Мы полагаем, что целенаправленное применение предлагаемой нами методики посредством построения процесса обучения математике с использованием математического моделирования способствует формированию инженерного мышления обучающихся.

ВЫВОДЫ ПО ВТОРОЙ ГЛАВЕ

1. Показаны взаимосвязь и взаимовлияние содержания методов математики и методов обучения математическому моделированию, с ориентировкой на требования к результату усвоения дидактической единицы "текстовые задачи" в зависимости от ступеней школьного курса математики.

2. На основе разработанной модели предложена методика формирования инженерного мышления у обучающихся в процессе обучения математике. Приведен пример реализации методики формирования инженерного мышления с помощью математического моделирования в процессе обучения математике у учащихся 7-х классов.

3. Констатирующий этап эксперимента позволил сделать вывод о том, что учителя школ не владеют достаточными методиками для формирования инженерного мышления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования полностью подтвердилась гипотеза, решены поставленные задачи, получены следующие результаты:

1. Формирование инженерного мышления у школьников в процессе обучения математике является актуальной проблемой в регионах с развитой промышленной деятельностью.

2. Под инженерным мышлением можно понимать мыслительный процесс, направленный на обеспечение деятельности с техническими объектами, а также отражением связей и отношений между объектами в окружающей действительности в процессе обучения математике. В состав инженерного мышления входят четыре компоненты: научно-теоретическая, преобразующая, исследовательская, конструктивная.

3. В качестве средства формирования инженерного мышления можно использовать математическое моделирование, а именно его этапы в соответствии с выделенными компонентами инженерного мышления.

4. В модель формирования инженерного мышления у обучающихся входят: компоненты инженерного мышления, этапы математического моделирования, соответствующие каждой компоненте инженерного мышления, деятельностное содержание которых пополняется за счет информационной базы.

5. Показаны взаимосвязь и взаимовлияние содержания методов математики и методов обучения математическому моделированию, с ориентировкой на требования к результату усвоения дидактической единицы "текстовые задачи" в зависимости от ступеней школьного курса математики.

6. На основе разработанной модели предложена методика формирования инженерного мышления у обучающихся в процессе обучения математике. Приведен пример реализации методики формирования инженерного мышления с помощью математического моделирования в процессе обучения математике у учащихся 7-х классов.

7. Констатирующий этап эксперимента позволил сделать вывод о том, что учителя школ не владеют достаточными методиками для формирования инженерного мышления.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Асмолов А.Г. Формирование универсальных учебных действий в основной школе: от действия к мысли. Система заданий: пособие для учителя / А.Г. Асмолов, Г. В. Бурменская, И. А. Володарская и др.; под ред. А. Г. Асмолова. – М.: Просвещение, 2010. – 159 с.
2. Асмолов А.Г. Формирование универсальных учебных действий в основной школе: от действия к мысли. Система заданий: пособие для учителя / А. Г. Асмолов, Г. В. Бурменская, И. А. Володарская и др.; под ред. А. Г. Асмолова. — М.: Просвещение, 2010. — 159 с.
3. Афанасьев В.Г. Системность и общество. – М.: Наука, 1990. – 368с.
4. Беспалько В. П. Педагогические и прогрессивные технологии обучения / В. П. Беспалько. – М.: ИПРО, 1995. – 336 с.
5. Большая психологическая энциклопедия. – М.: Эксмо-Москва, 2007. – 544 с.
6. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. – М.: Наука, 1968. – 357 с.
7. Васильев К.К., Служивый М.Н. Математическое моделирование систем связи: учебное пособие. – Ульяновск: УлГТУ, 2008. – 170 с.
8. Введение в математическое моделирование. ИНТУИТ, нац. откр. университет. URL: <http://www.intuit.ru/studies/courses/2260/156/info>.
9. Виневская А.В. Метод кейсов в педагогике: практикум для учителей и студентов. – Ростов на Дону: Феникс, 2015. – 141 с.
10. Выготский Л.С. Избранные психологические исследования. – М.: Изд-во АПН РСФСР, 1956. – 519 с.
11. Гальперин П.Я. Методы обучения и умственного развития ребенка / П.Я. Гальперин. – М.: МГПУ, 1985. – 45 с.
12. Глинский Б.А. и др. Моделирование как метод научного исследования. – М.: МГУ, 1965. – 248 с.

13. Глузман Н. А. Формирование обобщенных приемов умственной деятельности у младших школьников. – Ялта: КГГИ, 2001. – 34 с.
14. Гольдштейн С.Л., Кибардин А.В. Информатика для физиков. – Екатеринбург: ГОУ УГТУ–УПИ, 2007. – 116 с.
15. Давыдов В.В. Проблемы развивающего обучения: Опыт теоретического и экспериментального психологического исследования. – М.: Педагогика, 1986. – 240 с.
16. Далингер В.А. Поисково-исследовательская деятельность учащихся по математике / В.А. Далингер. – учебное пособие. – Омск: Издательство ОмГПУ, 2005. – 456 с.
17. Даль В.И. Толковый словарь русского языка: иллюстрированное издание. – М.: Эксмо, 2015. – 896 с.
18. Дахин А.Н. Моделирование компетентности участников открытого общего образования: автореф. дис. ...д-ра пед. наук / А.Н. Дахин. – Нижний Новгород: [б.и.], 2012. – 45 с.
19. Дидманидзе О.Н., Митягин Г.Е., Егоров Р.Н. Введение в специальность «Автомобили и автомобильное хозяйство»: учеб. пособие. – М.: Моск. гос. агро-инженер. ун-т им. В. П. Горячкина, 2009. – 55 с.
20. Дорофеев Г.В. Дифференциация в обучении математике / Г.В. Дорофеев, Л.В. Кузнецова //Математика в школе. – 1990. – № 4 – С. 16.
21. Дума Е.А. Уровни сформированности инженерного мышления / Е.А. Дума, К.В. Кибяева, Д.А. Мустафина, Г.А. Рахманкулова, И.В. Ребро // Успехи современного естествознания. – 2013. – № 10 . – с. 143-144.
22. Епишева О.Б. Технология обучения математике на основе деятельностного подхода. – М. : Просвещение, 2003. – 223 с.
23. Епишева О.Б. Учить школьников учиться математике: формирование приемов учебной деятельности: кн. для учителя [Текст] / О.Б. Епишева, В.И. Крупич. – М.: Просвещение, 1990. – 128 с.

24. Зудилова Т.В. Методы моделирования и оптимизации в инфокоммуникационных системах и сетях: учебное пособие. – Санкт-Петербург: 2013. – 131 с.
25. Зуев П.В., Кощеева Е.С. Развитие инженерного мышления учащихся в процессе обучения // Педагогическое образование в России. – 2016. – №6. – С. 44-49.
26. Исаев И.Ф. Профессионально-педагогическая культура преподавателя: учеб. пособие / И.Ф. Исаев. – Белгород, 2002. – Режим доступа: http://lib.convdocs.org/pars_docs/refs/105/104619/104619.pdf.
27. Клименко И.Л. Организация педагогической поддержки развития творческого инженерного мышления студентов в процессе языковой подготовки: дис. ... канд. пед. – М., 2005.
28. Коджаспирова Г. М. Словарь по педагогике [Текст] / Г. М. Коджаспирова, А. Ю. Коджаспиров — М.: ИКЦ «МарТ»; Ростов н/Д; Издательский центр «МарТ», 2005. — 448 с.
29. Колягин М.Ю. Задачи в обучении математики. Часть 2. – М.: Просвещение, 1977. – 146 с.
30. Комаров С.В. Проблема инженерного мышления: дис. ... канд. философских наук: 09.00.01. – Свердловск, 1991.
31. Крутова В. И., Попова В. В. Генезис применения методов математического моделирования и этапы их становления в педагогике. – М. : Мир, 1965. – 324 с.
32. Крыштановская О.В. Инженеры: Становление и развитие профессиональной группы. – М.: Наука, 1989. – 144 с.
33. Леонтьев А.Н. Деятельность. Сознание. Личность / А.Н. Леонтьев. – М.: Политиздат., 1975. – 352 с.
34. Леонтьев А.Н. Психология мышления. Хрестоматия./под ред. Ю.Б. Гиппенрейтер, В.В. Петухова. – М.: МГУ, 1982. – 311 с.

35. Лернер И. Я. Базовое содержание общего образования / И. Я. Лернер // Советская педагогика. — 1991. — № 11, с. 16 – 20.
36. Липатникова И.Г., Бойчук В.И. Формирование умений принимать решения как один из способов развития инженерного мышления учащихся 5-х классов в процессе обучения математике // Педагогическое образование в России. – 2016. – №6. – С. 23-28.
37. Ляпунов А.А. Биогеоценозы и математическое моделирование // Природа. – 1971. – №10. – С.38-41
38. Мамалыга Р.Ф., Тверская Н.А., Бормотова А.Г. Формирование инженерного мышления у учащихся 5-6 классов с помощью оригами в рамках внеклассной деятельности // Формирование инженерного мышления в процессе обучения. – Екатеринбург: Урал. гос.пед.ун-т, 2015. – с. 114-119.
39. Мустафина Д.А., Рахманкулова Г.А., Короткова Н.Н. Модель конкурентоспособности будущего инженера-програмиста // Педагогические науки. – 2010. – №8. – С. 16-20.
40. Мустафина Д.А., Ребро И.В., Рахманкулова Г.А.. Негативное влияние формализма в знаниях студентов при формирования инженерного мышления // Инженерное образование – 2011. – №7. – с. 10-15.
41. Мышкис А.Д. Элементы теории математических моделей. – М.: КомКнига, 2007. – 192 с.
42. Национальная доктрина образования в Российской Федерации // URL: <http://suvagcentr.ru/userfiles/files/links/doktrina.pdf>
43. Некрасова Н.А. Учебник по философии техники для МИИТа. – М.: МИИТ, 2010.
44. Нижегородский государственный инженерно-экономический университет История инженерного дела в России: лекционный материал. – Нижний Новгород: 2015. – 88 с.
45. Никитаев В.В. О техническом и гуманитарном знании в инженерной деятельности // Высшее образование в России. – № 2. – 1996.

46. Новик И. Б. О философских вопросах кибернетического моделирования [Текст] / И. Б. Новик – М., Знание, 1964.
47. Ожегов С.И., Шведова Н.Ю. Толковый словарь русского языка – М., 2010 г.
48. Петерсон Л.Г. Деятельностный метод обучения: образовательная система «Школа 2000...» / Л.Г. Петерсон. – М.: Ювента, 2007. – 224 с.
49. Пойа Д. Математическое открытие. Решение задач: основные понятия, изучение и преподавание. – М.: Наука, 1976. – 446 с.
50. Примерная основная образовательная программа основного общего образования // URL: <http://mollentorva.teach.obr55.ru/files/2016/01/ОСНОВНАЯ-ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ-ПРОГРАММА.pdf>.
51. Примерная основная образовательная программа среднего общего образования // URL: <http://metodist.lbz.ru/docs/psol6.pdf>.
52. Пышкало А. М. Методика обучения геометрии в начальных классах: монография / А. М. Пышкало. – М.: Академия пед. наук СССР, 1975. – 60 с
53. Ракитов, А.И. Философия компьютерной революции / А.И. Ракитов. – М.: Политиздат, 1991. – 287 с.
54. Рахманкулова Г. А., Кузьмин С. Ю., Мустафина Д. А., Ребро И. В. Формирование инженерного мышления студентов через исследовательскую деятельность: монография. М., 2015.
55. Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии. – Санкт-Петербург: Питер, 2015. – 713 с.
56. Сазонова З.С., Чечеткина Н.В Развитие инженерного мышление – основа повышения качества образования. – М.: МАДИ (ГТУ), 2007. – 195 с.
57. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование. – издание второе, исправленное изд. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 321 с.

58. Сарваров И.И. Автоматизированные информационные системы. Камская Государственная Инженерно-Экономическая Академия. URL: <https://studfiles.net/preview/3181712>.

59. Семенова И. Н. Избранные вопросы методики обучения и воспитания в математическом образовании школьников: учеб. пособие / И. Н. Семенова; ГБОУ ВПО «Урал. гос. пед. ун-т». – Екатеринбург, 2014. – 241 с.

60. Семенова И.Н., Рябова Т.А. К вопросу о возможности использования математического моделирования для формирования инженерного мышления у обучающихся/ И.Н. Семенова, Т.А. Рябова // Педагогические и психологические технологии в условиях модернизации образования: сборник статей Международной научно-практической конференции (23 сентября 2017 г., г. Самара). – Уфа: АЭТЕРНА, 2017. – С. 215-218.

61. Семенова И.Н., Слепухин А.В. Методологические аспекты построения системы методов формирования инженерного мышления в условиях использования информационной образовательной среды // Педагогическое образование в России. – 2016. – №6. – с. 97-101.

62. Сизова М.Ю. Роль графических работ по стереометрии в формировании инженерного мышления при обучении математике // Формирование инженерного мышления в процессе обучения [Текст]: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Екатеринбург: Урал. гос.пед.ун-т, 2015. – С. 217-221.

63. Слостенин В.А. Педагогика: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В.А. Слостенин, И.Ф. Исаев, Е.Н. Шиянов. – М.: Издательский центр «Академия», 2002. – 576 с.

64. Советов Б. Я., Яковлев С. А. Моделирование систем: Учеб. для вузов — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. шк., 2001. — 343 с.

65. Современные тенденции развития инженерного образования. ИНТУИТ, нац. откр. университет. URL: <http://www.intuit.ru/studies/courses/17538/1291/lecture/25030>.

66. Столяренко Л.Д. Психология и педагогика для технических вузов: учебник [текст]. / Л.Д. Столяренко, В.Е. Столяренко. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2001. – 512 с.

67. Суходольский Г.В. Инженерно-психологический анализ и синтез профессиональной деятельности: дис....д-ра пед. наук / Г.В.Суходольский. – Л., 1982. – 407 с.

68. Терешин Н.А. Прикладная направленность школьного курса математики. – М.: Просвещение, 1990. – 97 с.

69. Тихонов Н.Л. Задачи прикладного характера и их роль в формировании и развитии интереса к профессии у школьников при изучении математики в 6-8 классах общеобразовательной школы. – М.: МПГИ им В.И.Ленина, 1980. – 62 с.

70. Указ Губернатора Свердловской области "О комплексной программе "Уральская инженерная школа"" – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/422448790>

71. Усольцев А.П., Шамало Т.Н. О понятии "Инженерное мышление" // Формирование инженерного мышления в процессе обучения. – Екатеринбург: Урал. гос.пед.ун-т, 2015. – с. 3-9.

72. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования // URL: <http://fgosvo.ru/uploadfiles/fgos/15/20111115151709.pdf>

73. Федеральный государственный стандарт основного общего образования – Режим доступа: <http://минобрнауки.рф/documents/938>.

74. Фридман Л. М. Проблемная организация учебного процесса / Л.М. Фридман, В.И. Маху. – М.: Росмэн, 1990. – 140 с.

75. Шайкина В. А., Ребро И. В., Мустафина Д. А. Особенности исследовательской деятельности при формировании инженерного мышления студента. URL: <http://sjes.esrae.ru>

76. Штофф В.А. Моделирование и философия. – М.: Наука, 1966. - 304 с.

77. Швецова А.А. Формирование инженерного мышления школьников в процессе проектно-исследовательской деятельности во внеурочное время. URL: <https://infourok.ru/formirovanie-inzhenernogo-mishleniya-vo-vneurochnoe-vremya-1192801.html>

78. Энциклопедия профессионального образования [Текст]: в 3 т. Т. 1 / ред. С.Я. Батышев. – Москва: АПО, 1998. – 568 с.