

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТОМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ТОБОЛЬСКИЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА  
(филиал) ТюмГУ

Кафедра физики, математики, информатики и методик преподавания

РЕКОМЕНДОВАНО К ЗАЩИТЕ  
В ГЭК И ПРОВЕРЕНО НА ОБЪЕМ  
ЗАИМСТВОВАНИЯ

Заведующий кафедрой  
канд. пед. наук, доцент

 — Е.Н. Мальшова  
17.02 2017 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАЧИ ПО МАТЕМАТИКЕ КАК  
СРЕДСТВО ПРОПЕДЕВТИКИ ИНЖЕНЕРНОГО МЫШЛЕНИЯ  
ОБУЧАЮЩИХСЯ

44.04.01 Педагогическое образование  
Магистерская программа «*Математическое образование*»

Выполнила работу  
Студентка 3 курса  
заочной формы обучения



Мавлягова  
Альбина  
Ильдусовна

Научный руководитель  
кандидат педагогических наук,  
доцент



Мальшова  
Елена  
Николаевна

Рецензент  
кандидат педагогических наук,  
доцент



Черкасова  
Ирина  
Ивановна

г. Тобольск, 2017.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ТОБОЛЬСКИЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА  
(филиал) ТюмГУ  
Кафедра физики, математики, информатики и методик преподавания

РЕКОМЕНДОВАНО К ЗАЩИТЕ  
В ГЭК И ПРОВЕРЕНО НА ОБЪЕМ  
ЗАИМСТВОВАНИЯ  
Заведующий кафедрой  
канд.пед наук, доцент  
\_\_\_\_\_ Е.Н. Малышева  
\_\_\_\_\_ 2017 г.

## МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

### ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАЧИ ПО МАТЕМАТИКЕ КАК СРЕДСТВО ПРОПЕДЕВТИКИ ИНЖЕНЕРНОГО МЫШЛЕНИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

44.04.01 Педагогическое образование  
Магистерская программа «*Математическое образование*»

Выполнила работу  
Студентка 3 курса  
заочной формы обучения

Мавлютова  
Альбина  
Ильдусовна

Научный руководитель  
кандидат педагогических наук,  
доцент

Малышева  
Елена  
Николаевна

Рецензент  
кандидат педагогических наук,  
доцент

Черкасова  
Ирина  
Ивановна

г. Тобольск, 2017

## Содержание

Введение.....	4
Глава I. Проблема пропедевтики инженерного мышления обучающихся в основной школе .....	9
1.1. Анализ понятия «инженерное мышление» в психолого-педагогической литературе .....	9
1.2. Критерии и показатели сформированности инженерного мышления .....	19
1.3. Особенности пропедевтики инженерного мышления в основной школе .....	26
1.4. Понятие практико-ориентированной математической задачи.....	32
Глава 2. Методические аспекты использования практико-ориентированных математических задач как средства пропедевтики инженерного мышления в основной школе .....	45
2.1. Методические особенности решения практико-ориентированных задач.....	45
2.2. Комплекс практико-ориентированных математических задач.....	51
2.3. Проведение и результаты педагогического эксперимента.....	55
Заключение.....	66
Литература.....	70
Приложение 1.....	77
Приложение 2.....	81
Приложение 3.....	83

## Введение

**Актуальность исследования.** В настоящее время в рамках общего и профессионального образования формируются новые требования, предъявляемые к выпускникам школ и вузов. В связи с этим возникает потребность в анализе профессий, востребованных в будущем, а какие остались в прошлом, чтобы школьники могли сделать свой выбор с прицелом на будущее.

Московская школа управления «СКОЛКОВО» и Агентство стратегических инициатив провели комплексное исследование «Форсайт Компетенций 2030», в нем участвовало более 2500 экспертов из России и зарубежья. Проект ставил перед собой задачу выявления профессий из 19 отраслей экономики, которые будут востребованы в ближайшем будущем. В исследовании эксперты основывались на происходящих технологических, социальных и экономических процессах, влияющих на характер рабочих задач, и строили так называемые «карты будущего» по отраслям. С их помощью стало возможным определить спрос на новые компетенции и построить образ новых профессий. Результатом этого проекта стал информационный ресурс «Атлас новых профессий», в котором отражены перспективные отрасли и профессии на ближайшие 15-20 лет [1].

По мнению составителей атласа, в будущем люди уже не смогут обойтись дипломом одного вуза. Необходимы будут так называемые надпрофессиональные навыки и умения, к которым относятся системное мышление, способность к междотраслевой коммуникации, умение управлять процессами и проектами, навык программирования IT-решений и т.п.

На современном этапе развития науки, экономики и общества выпускнику учебного заведения, особенно школьнику, для формирования целостного системного представления о мире и составляющих его объектах

необходима не просто интеграция знаний, представленных разными науками, а умение рассматривать их и применять как комплекс, как систему. Данные черты свойственны инженерному мышлению, формирование и развитие которого – одно из важнейших требований к современной системе образования. В связи с этим к пропедевтике инженерного мышления в системе образования проявляется большой интерес со стороны ученых, педагогов и учителей.

Психологические основы, сущность, факторы и способы развития инженерного мышления исследованы в работах В.И. Шубина, Ф.Е. Пашкова, В.Л. Иванова, А.В. Антонова, Б.А. Душкова, Е.А. Климова, Т.В. Кудрявцева, Б.Ф. Ломова, В.А. Моляко, В.В. Чебышевой, М.Л. Шубас, А.Ф. Эсаулова, И.С. Якиманской и других.

Педагогические аспекты формирования инженерного мышления в учебном процессе школьников нашли отражение в трудах Н.П. Бахарева, И.Д. Белоновской, В.Н. Бобрикова, Р.М. Петруновой, Ю.П. Похолкова, Э.П. Печерской, В.М. Приходько, Ю.Г. Татура, Н.А. Селезневой, И.В. Федорова и других.

Вместе с тем, несмотря на большое количество исследований по различным аспектам формирования инженерного мышления, в том числе и учащихся основной школы, данную проблему нельзя считать решенной.

До сих пор не существует однозначного подхода к формированию инженерного мышления, в связи с тем, что развитие новых принципов обучения значительно отстает от развития общества. В большинстве педагогических работ по этой тематике внимание уделяется теоретическим аспектам развития инженерного мышления школьников и незначительное – педагогическим условиям их применения в образовательной практике, с учетом развития регионального производства.

Мы предлагаемодно из решений данной проблемы: сделать акцент напрактической, прикладной направленности в математической подготовке школьников. В частности, практико-ориентированные задачи по математике

нацелены на формирование у обучающихся необходимости и готовности применять обобщенные знания и умения для решения определенных прикладных ситуаций и трудностей, возникающих в действительной реальности, тем самым способствуя развитию инженерного мышления.

**Целью работы** является обоснование и разработка комплекса практико-ориентированных задач по математике как средства пропедевтики инженерного мышления обучающихся основной школы.

**Объект исследования:** образовательный процесс по математике в основной школе.

**Предмет исследования:** процесс формирования инженерного мышления при обучении математике.

**Гипотеза исследования:** математическое образование в основной школе будет направлено на формирование инженерного мышления обучающихся, если в образовательном процессе использовать практико-ориентированные задачи, содержание которых связано с региональным производством.

Общая цель и гипотеза исследования определили содержание конкретных задач исследования:

1. Раскрыть понятие «инженерное мышление» и определить его составляющие.
2. Определить условия формирования инженерного мышления в системе основного математического образования.
3. Определить критерии и уровневые показатели сформированности инженерного мышления учащихся.
4. Раскрыть понятие практико-ориентированных задач по математике как средства пропедевтики инженерного мышления.
5. Составить комплекс практико-ориентированных задач по математике.
6. Провести педагогический эксперимент.

**Методологическую основу исследования** составляют работы по психологии, педагогике, связанные с понятиями «мышление», «инженерное мышление», «практико-ориентированные задачи» и др.; теоретические разработки в области методики преподавания математики.

Для решения поставленных задач использовались следующие **методы исследования:**

- эмпирические методы: сбор научных фактов, анализ нормативных образовательных документов; анализ учебников и учебной литературы; изучение педагогического опыта учителей; изучение результатов экспериментальной работы по проблеме исследования в психологии, дидактике, методике преподавания математики; педагогическое наблюдение и педагогический эксперимент на различных этапах; систематизация педагогических фактов и их обобщение;

- теоретические методы: анализ различных моделей обучения; выдвижение гипотезы и моделирование конкретного учебного процесса; разработка практических выводов теорий для проверки ее справедливости в педагогическом эксперименте.

**Теоретическая значимость** исследования заключается в обосновании использования практико-ориентированных математических задач как средства пропедевтики инженерного мышления обучающихся основной школы.

**Практическая значимость** исследования состоит в том, что практические выводы исследования по пропедевтике инженерного мышления и составленный комплекс задач могут быть использованы учителями математики, педагогами дополнительного образования и студентами на педагогической практике.

**База исследования:** МАОУ «Прииртышская СОШ», ФГАОУ ВО «ТПИ им. Д.И. Менделеева» (филиал) ТюмГУ.

**Апробация исследования.** Материалы исследования обсуждались на заседаниях кафедры физики, математики, информатики и методик преподавания, а также представлялись в публикациях:

Мавлютова А.И. К проблеме развития математической речи учащихся // Современные проблемы и тенденции развития физико-математического образования: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Тобольск (24 апреля 2015 г.). – Тобольск: филиал ТюмГУ в г. Тобольск, 2015. – 162 с.

Мавлютова А.И. Развитие математической речи учащихся в ходе работы над задачей // Международный студенческий научный вестник. – 2016. – № 3-2. – С. 294-295; – URL: <http://eduherald.ru/ru/article/view?id=14967>.

**Структура квалификационной работы:** работа состоит из введения, двух глав, заключения, списка литературы и приложений; содержит 7 таблиц, 20 рисунков, включая диаграммы. Объем работы – 73 страницы, общий объем – 82 страницы.



# **Глава I. Проблема пропедевтики инженерного мышления обучающихся в основной школе**

## **1.1. Анализ понятия «инженерное мышление» в психолого-педагогической литературе**

Исследования Н.Б. Истоминой, Н.Ф. Талызиной, Л.П. Стойловой, показывают, что с поступлением ребёнка в школу именно мышление в большей степени влияет на развитие всех психических процессов [24,61, 62].

Изучением данного феномена занимались многие философы, психологи и педагоги. Что такое мышление в философии? Человек всегда о чем-то думает, даже тогда, когда ему кажется, что он ни о чем не думает. Именно данной теории придерживались некоторые философы, такие как Декарт, Бертран, Спиноза утверждавшие, что мышление это процесс понимания и восприятия окружающего мира. Они считали, что мышление есть нечто бестелесное, духовное. Более того оно является единым атрибутом души[25].

Но было и абсолютно противоположное мнение, которого придерживались Юрген Хабермас, Карл Поппер, А.Ф. Лосев. Мышление – это процесс понимания, так как все знания человека — это воспоминания [25].

Таким образом, можно сказать, что большинство философов схожи в мыслях, что мышление это что-то абстрактное и загадочное. Именно этот факт сподвиг психологов взяться за изучение данной проблемы. По их мнению, мышление — это познавательная деятельность, исходом которой будет какое-то открытие, нечто новое.

В современной психологии мышление понимается как «социально обусловленный, неразрывно связанный с речью психический процесс

поисков и открытия существенно нового, процесс опосредствованного и обобщенного отражения действительности в ходе ее анализа и синтеза» [7].

По сравнению с другими феноменами человеческой психики мышление является наименее доступным для изучения. В исследовании понятия «мышление» наши психологи основываются на так называемом принципе детерминизма, согласно которому внешние причины действуют через внутренние условия. С.Л. Рубинштейн говорит, что, только опираясь на этот принцип, можно определить закономерности психических явлений, и что именно этот принцип должен явиться ядром психологической теории [57].

Впервые дать определение мышлению как психолого-педагогической категории попытался И.М. Сеченов. Он высказал гипотезу о том, что человеческая мысль – это «встреча» с действительностью, во время которой эта действительность и познается; другими словами, мышление представляет собой ответную реакцию человека на внешнее воздействие [47]. В психологической науке принята следующая условная классификация видов мышления:

Таблица 1.

Классификация видов мышления.

По признаку	Вид мышления	Определение
По происхождению	наглядно-действенное	это вид мышления, опирающийся на непосредственное восприятие предметов в процессе действий с ними.
	наглядно-образное	это вид мышления, опирающийся на представления и образы.
	словесно-логическое	это вид мышления, осуществляемый с помощью логических операций с понятиями.
	абстрактно-логическое	это вид мышления, основанный на выделении существенных свойств и связей предмета.
По степени развернутости	дискурсивное	мышление, опосредованное логикой рассуждений, а не восприятия.
	интуитивное	мышление на основе непосредственных чувственных восприятий и непосредственного отражения воздействий предметов и

По признаку	Вид мышления	Определение
		явлений объективного мира.
По степени новизны и оригинальности	репродуктивное	мышление на основе образов и представлений, почерпнутых из каких-то определенных источников.
	продуктивное (творческое)	мышление на основе творческого воображения
По функциям	критическое	направлено на выявление недостатков в суждениях других людей.
	творческое	связано с открытием принципиально нового знания, с генерацией собственных оригинальных идей
По средствам	наглядное	это мышление на основе образов и представлений предметов
	вербальное	мышление, оперирующее отвлеченными знаковыми структурами
По характеру решаемых задач	теоретическое	мышление на основе теоретических рассуждений и умозаключений
	практическое	это познание законов и правил.

Именно данной классификации придерживаются большинство психологов и педагогов [5, 7, 10, 11, 22, 30, 46, 48].

Однако, как показывает практика, профессия, вид деятельности также оказывают большое влияние на формирование мышления. По виду доминирующей деятельности выделяют экономическое, аналитическое, творческое, техническое и другие типы мышления.

С точки зрения данного исследования более подробно остановимся на анализе понятия «инженерное мышление».

«Инженерное мышление» - мышление, направленное на обеспечение деятельности с техническими объектами, осуществляемое на когнитивном и инструментальном уровнях и характеризующиеся как политехническое, конструктивное, научно-теоретическое, преобразующее, творческое, социально-позитивное [41, 54].

Феномен «инженерное мышление» является объектом изучения многих наук: математики, физики, философии, психологии, педагогики, гуманитарных и технических наук. Анализ реального опыта решения творческих инженерных задач позволяет утверждать, что основой инженерного мышления являются высокоразвитое творческое воображение и фантазия, многоэкранное системное творческое осмысление знаний, владение методологией технического творчества, позволяющей сознательно управлять процессом генерирования новых идей [58].

В своих исследованиях Шубин В. И. и Пашков Ф. Е. под инженерным мышлением понимает проявление инженерной деятельности, продуктом которой выступают знания, необходимые для создания и функционирования человеко-машинных структур [64].

Иванов В. Л. инженерное мышление определяет как специфическую форму активного отражения морфологических и функциональных взаимосвязей предметных структур практики, направленную на удовлетворение технических потребностей в знаниях, способах, приемах, с целью создания технических средств и организации технологий [54].

Особенностью инженерного мышления является то, что оно представляет собой синтез разных видов мышления, которые между собой

диалектически связаны и в зависимости от ситуации доминируют его разные виды, а именно: техническое, научно-исследовательское, конструктивное и экономическое (рис. 1).

*Техническое мышление* с точки зрения профессиональных компетенций понимается как «оперативное мышление» человека или как особенность «конструкторского мышления». Такие умения как проведение анализа состава, структуры, изучение и анализ технических устройств и принципов их работы составляют техническое мышление.

Техническое мышление обладает высокой степенью полезности для общества, поскольку способствует укреплению логического аппарата и препятствует «растерянности» сознания современного технического специалиста [30].

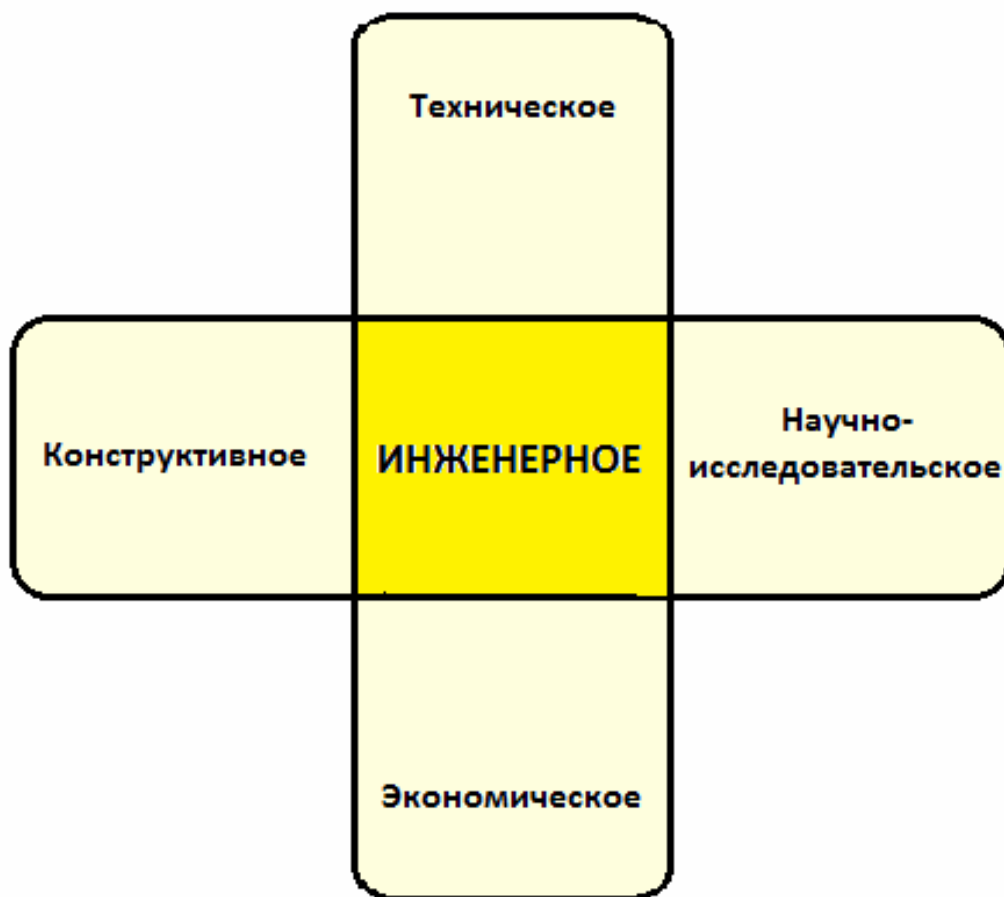


Рис. 1. Составляющие инженерного мышления.

*Конструктивное мышление*– это мышление, направленное на решение конкретной проблемы, определение параметров устойчивости её решения, на создание реальных предметов и явлений путем изменения окружающей действительности.

Конструктивное мышление характеризуется четким построением определенной модели решения задачи или возникшей проблемы, когда необходима интеграция теоретических и практических знаний из разных предметных областей.

Развитое конструктивное мышление позволяет человеку действовать наиболее оптимальным образом в конкретных ситуациях, выбирать наиболее подходящий в данных условиях метод, путь решения проблемы или поставленной задачи.

Элементами *научно-исследовательского мышления* являются такие качества, как определение новизны в задаче, формулирование новой задачи на основе предыдущего опыта практической деятельности, умение сопоставить данное решение с известными классами задач, умение читать и применять техническую документацию при решении задач, умение обосновать принятые решения.

*Экономическое мышление*, представляет собой одну из главных характеристик субъектов производственных отношений и хозяйственных связей, это процесс познания индивидом или группой индивидов экономической действительности, осознания своего места и роли в ней. Осознанное отношение человека к экономической действительности является предпосылкой для его активного участия в экономическом процессе.

Наиболее полным, на наш взгляд, является определение инженерного мышления, данное А.П. Усольцевым: «Инженерное мышление – 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»[54].

Рассмотрим эти свойства подробнее.

1. В качестве первого свойства инженерного мышления была выделена его *политехничность*, так как именно она отражает его важнейшую специфику, определяемую деятельностью человека в техносфере.

Это свойство инженерного мышления формирует комплекс дисциплинарный и междисциплинарных знаний (когнитивный уровень) и умений (инструментальный уровень), который дает возможность применить эти знания на современных производствах в различных сферах инженерно-технической деятельности, связанной с техническим проектированием и конструированием, организацией и управлением производственными и технологическими процессами, а также обеспечением их научно-исследовательской составляющей.

Современная методика называет это свойство *политехническим* принципом, который является одной из важнейших методологических основ школьного образования. Он реализуется, в том числе, через трудовое воспитание и ознакомление с главными отраслями производства, основными видами профессиональной деятельности и т.д. Принципу политехнизма традиционно уделяется большое внимание, что находит отражение в научно-педагогических исследованиях. В практике работы со школьниками это выражается в: большом количестве кружков технической направленности (техническое моделирование, авиа моделирование, судомоделирование и др.). В рамках работы таких кружков было налажено тесное сотрудничество с промышленными объектами в виде шефства, учебно-производственных школьных бригад, в которых учащиеся могли совершенствовать приобретенные в обучении технические навыки.

В настоящее время успешно развивается система дополнительного образования, в рамках которой весь накопленный за прошлые годы опыт реализации принципа политехнизма может быть использован для формирования инженерного мышления.

2. Инженерное мышление характеризуется *конструктивностью*. Под конструктивностью мы понимаем способность ставить реальные и количественно проверяемые цели с учётом технических, материальных, временных, энергетических и других ресурсов, а также использовать адекватные этим целям технические методы и средства, умение планировать свою деятельность, определять уровень реализации цели, в случае необходимости гибко своевременно её корректировать. В этом плане эффективным средством являются проектные технологии, конкурсы и выставки технического творчества. Большую роль в формировании инженерного мышления, кроме математики, могут играть такие учебные предметы как технология, физика и информатика.

3. Инженерное мышление проявляет себя как *научно-теоретическое*. Это означает, что оно осуществляется в соответствии с методологическими принципами, лежащие в основе построения теоретических и эмпирических конструктов той или иной фундаментальной науки.

Фундаментальные знания, базирующиеся на общих, фундаментальных естественнонаучных основах, всегда остаются актуальными. Их знание позволяет быстро понять принцип работы, устройство технических новинок и эффективно их использовать в своей профессиональной деятельности и повседневной жизни.

Для формирования научно-теоретического мышления школьников необходимо учитывать закономерности мыслительного процесса в процессе обобщения. Наиболее потенциально значимой в этом контексте представляется концепция В.В. Давыдова, в соответствии с которой изучение предлагается осуществлять по принципу "от общего к частному", а использование средств наглядности по принципу "от абстрактного к конкретному"[22]. Важнейшее значение в формировании этого качества инженерного мышления играют математические дисциплины.

4. Инженерное мышление связано с *преобразованием* окружающего мира. Даже на стадии создания моделей (чертежей, схем, алгоритмов и т.п.)



невозможно обойтись без мыслительного соотнесения этих моделей с реальностью в дальнейшем материальном воплощении. Если человек не способен к преобразовательной деятельности, он не сможет стать хорошим инженером, так как данное свойство характеризует неразвитость мышления. Это проявляется неспособностью ставить гипотезы, предсказать практический результат реальных процессов, в работе такого человека проявляются систематические ошибки, в том числе, связанные с логическими построениями, с неточностью выделения существенных сторон объектов и процессов при проектировании.

5. Инженерное мышление, несомненно, является *творческим*, выходящими за пределы установленных правил, алгоритмов, предписаний, образцов. Ему свойственно стремление к новым, «своим» путям решения проблемы. Поэтому творческое мышление всегда приводит к объективно или субъективно новым результатам. Творческая составляющая является важнейшей для инновационного мышления, без творческой составляющей нет и инновационного мышления. В инженерном мышлении эту характеристику нельзя назвать определяющей, но, тем не менее, было бы неправильным вовсе исключить её как несущественную. Современный инженер, как и любой работник, связанный с интеллектуальной деятельностью в технической сфере, постоянно должен профессионально совершенствоваться, а при решении технических задач самостоятельно принимать решение в условиях избыточности информации, неопределённости условий и дефицита времени. В таких условиях часто необходимо отступать от имеющихся алгоритмов, что невозможно без творческого подхода.

6. Инженерному мышлению свойственно стремление к созиданию, в основе его интересов лежат идеи гуманизма, а решаемые задачи имеют положительные эффекты для общества (повышается производительность труда, облегчаются условия работы и т.п.). Это свойство инженерного мышления назовём *социально-позитивным*. Для формирования этого

качества необходимо использовать в учебном процессе материал из истории физики, истории технических изобретений.

Инженерное мышление, как один из видов мыслительных процессов человека, содержательно направлен на овладение предмета потребности, следовательно, базируется на знании о будущем техническом устройстве. Прогнозирование при этом – одна из главных составных частей мышления. Человек, обладающий инженерным мышлением, мысленно предвосхищает не только достижение цели, но и пути и способы использования всего арсенала наличных средств.

Инженерное мышление оперирует признаками физических процессов, которые характеризуют функции, свойства, структуру технических устройств; оно зависит от таких условий, как социальная среда, психо-физиологические особенности человека, а также область применения технического объекта.

Таким образом, под инженерным мышлением мы понимаем «особый вид мышления, формирующийся и проявляющийся при решении инженерных задач. Инженерное мышление позволяет быстро, точно и оригинально решать как ординарные, так и неординарные задачи в определенной предметной области, направленные на удовлетворение технических потребностей в знаниях, способах, приемах, с целью создания технических средств и организации технологий» [40]. Оно характеризуется такими свойствами, как политехничность, конструктивность, научно-теоретическое основание, преобразующее начало, творческий характер и социальная позитивность.

Существуют разные подходы к классификации мышления: по происхождению, степени развернутости, степени новизны и оригинальности, функциям, средствам, характеру решаемых задач, по виду доминирующей деятельности. Особенностью инженерного мышления является то, что оно представляет собой синтез разных видов мышления, которые между собой диалектически связаны и в зависимости от ситуации доминируют его разные виды, а именно: техническое, научно-исследовательское, конструктивное и экономическое.

## **1.2. Критерии и показатели сформированности инженерного мышления**

Такое сложное системное понятие, как инженерное мышление, требует особого подхода к определению критериев и показателей его сформированности. В словарях и энциклопедиях критерий определяется как «средство для суждения, признак, на основании которого производится определение или классификация чего-либо, мерило оценки»[4,с. 465].

При выявлении критериев инженерного мышления необходимо опираться на определение его сущности. Под инженерным мышлением понимается комплекс интеллектуальных процессов и их результатов, которые обеспечивают решение задач практического и прикладного характера. Поскольку, техническое мышление проявляется в способности успешно решать практические задачи, то наиболее логично в качестве критерия сформированности инженерного мышления выделить умение решать практико-ориентированные задачи различных уровней сложности.

Под практико-ориентированными задачами мы будем понимать такие задачи, которые связаны с формированием практических навыков использования математических знаний и умений, необходимых в практической деятельности (дома, в быту, на работе), в том числе на материалах регионального характера или элементах производственных процессов. Для их решения нужно уметь использовать все компоненты, составляющие инженерное мышление. По тому, насколько успешно решены практико-ориентированные задачи разной сложности, мы можем рассуждать об уровне сформированности инженерного мышления.

Показателем, согласно словарям и энциклопедиям, считают то, посредством чего можно судить о развитии какого-либо процесса, объекта. Поэтому в качестве показателей сформированности инженерного мышления выделяются уровни и их характеристики, позволяющие судить о развитии

инженерного мышления. Они также определяют успешность решения системы комплексных заданий и оцениваются баллами.

Для разработки показателей была использована широко известная таксономия категорий усвоения, выявленная коллективом американских ученых под руководством Б. Блума. Она ориентирована на оценку познавательной (когнитивной) области и эмоциональной сферы личности учащихся. При анализе познавательной области личности учащихся авторы выделяют следующие шесть категорий, которые расположены по степени усложнения характера познавательной деятельности: знание; понимание; применение; анализ; синтез и оценка. Опираясь на таксономию Блума, можно рассмотреть содержание каждой из категорий, по которым можно оценивать успешность решения практико-ориентированных задач и сформированность инженерного мышления (рис. 2, стр. 20).

Эти категории явились основой для разработки показателей выделенного критерия в рамках изучаемых дисциплин, которые реально можно оценить при анализе решения учащимися практико-ориентированных задач. Исходя из разработанных показателей, определим три уровня развития инженерного мышления: низкий, средний, высокий. Ниже в таблице 2 приведены критерии и показатели (уровни и их характеристика) для оценки сформированности инженерного мышления [38].

Таблица 2.

Критерии и показатели уровней развития инженерного мышления учащихся

Критерий	Показатели	
Критерий	Уровни развития	Характеристика
Умение решать практико-ориентированные задачи	1. Низкий	Учащийся показывает знание лишь единичных понятий, условных знаков; испытывает большие трудности при выполнении практических заданий; решение осуществляет лишь на эмпирическом уровне; не способен объединять разрозненные сведения в систему и вычленять ее составляющие
	2. Средний	Демонстрирует хорошие знания основных терминов, понятий; понимает принцип функционирования основных технических объектов; умеет применять знания и умения в конкретных ситуациях; в новых ситуациях применение знаний и умений вызывает значительные затруднения; умеет достаточно быстро находить решение задачи
	3. Высокий	Демонстрирует умение анализировать состав, структуру, устройство и принцип решения задач в измененных условиях; определять новизну в задаче, сопоставлять с известными классами задач; аргументировать свои действия, полученные результаты и делать выводы; гибко переключается с отражения одних свойств объектов на другие.



Рис. 2. Оценка успешности решения практико-ориентированных задач (таксономия Б. Блума)

Исходя из трактовки инженерного мышления как системы, состоящей из компонентов, а также опираясь на методологический подход к выявлению системы компонентов, необходимо разработать показатели сформированности каждого из компонентов инженерного мышления. Инженерное мышление может быть теоретическим и практическим, репродуктивным и продуктивным, наглядно-образным и наглядно-действенным в зависимости от стоящих перед ним задач.

С помощью практико-ориентированных задач происходит развитие отдельных компонентов и постепенно повышается уровень их сформированности. Для этого нужно следить за динамикой их развития, что позволит выявить слабо сформированные компоненты и своевременно уделять им больше внимания в процессе обучения. Для разработки показателей использовалось содержание категорий предметной области математика.

Исходя из нашего понимания инженерного мышления как вида мышления, формирующегося и проявляющегося при решении инженерных задач, т.е. способности быстро, точно и оригинально решать как ординарные, так и неординарные задачи в определенной предметной области, направленные на удовлетворение технических потребностей в знаниях, способах, приемах, с целью создания технических средств и организации технологий, нами выделены четыре компонента инженерного мышления (рис. 3):

- понятийный компонент (степень оперирования математическими понятиями при решении практических задач);
- образный компонент (степень развития пространственного мышления, т.е. оперирование двумерными и трехмерными образами);

- практический компонент (степень способности к решению практических задач средствами математики);
- формальный компонент (степень способности к формализации при описании и решении конкретной практической задачи).



Рис. 3. Компоненты инженерного мышления.

В таблице 3 приведены показатели сформированности отдельных компонентов инженерного мышления.

Опираясь на показатели развития каждого из компонентов можно повысить прозрачность оценки уровня сформированности каждого компонента, что в свою очередь помогает объективно оценить успешность решения практико-ориентированных задач и определить уровень развития инженерного мышления.



Таблица 3.

## Показатели сформированности компонентов инженерного мышления

Компоненты	Показатели		
	1 уровень	2 уровень	3 уровень
Понятийный компонент	Знает отдельные математические понятия.	Владеет основными математическими понятиями; умеет систематизировать понятия; интерпретировать полученную информацию.	Умеет раскрыть сущность понятия; умеет соотносить понятия; применять математические понятия при описании практической задачи.
Образный компонент	Способен оперировать двумерными образами (пространственное воображение).	Способен оперировать простыми трехмерными образами (пространственное обобщение).	Способен оперировать составными трехмерными образами (пространственное мышление).
Практический компонент	Знает основные материалы, которые можно применить на практике.	Умеет использовать материалы; рассчитывать основные показатели.	Способен к нестандартному решению практической задачи.
Формальный компонент	Знает отдельные символные обозначения математики.	Владеет основными условными обозначениями; умеет интерпретировать информацию; полученную с помощью условных обозначений.	Умеет оценивать грамотность оформления математической задачи; умеет свободно оперировать символными обозначениями.

Таким образом, в качестве критерия сформированности инженерного мышления можно взять умение решать практико-ориентированные задачи,

предполагающие использование политехнических, конструкторских, научно-исследовательских и творческих знаний и умений, связанных с социально-позитивным преобразованием окружающего мира. По способности к решению практико-ориентированных задач мы выделили и охарактеризовали три уровня развития инженерного мышления: низкий, средний, высокий.

Анализ понятия инженерного мышления позволил выделить в нем понятийный, образный, практический и формальный компоненты, для которых нами были определены показатели по трем уровням сформированности.

Необходимость преемственности инженерного мышления современного школьника диктуется требованиями общества. У выпускника должно быть сформировано инженерное мышление на таком уровне, который позволит нестандартно решать задачи, критически относиться к результатам своей деятельности, искать новые пути решения проблемы, стремиться к автоматизации и оптимизации своего труда путем проектирования и моделирования изучаемых систем. Такие качества являются необходимыми условиями для успешного освоения инженерных профессий. Поэтому преемственность инженерного мышления представляет собой важный аспект школьного образования.

### **1.3. Особенности преемственности инженерного мышления в основной школе**

Новый тип экономики формирует новые требования, предъявляемые к выпускникам школ. Для определения компетенций, которыми должны обладать нынешние выпускники общеобразовательных учреждений, чтобы быть востребованными на рынке труда, проведем анализ трендовых профессий и тех, что остаются в прошлом, учитывая потребности общества в будущем. Ряд исследователей России совместно с Московской

школой управления «СКОЛКОВО» и Агентством стратегических инициатив провели масштабное исследование «Форсайт Компетенций 2030». Учитывая все технологические изменения, социальные и экономические процессы, влияющие на структуру рабочих задач строили отраслевые «карты будущего», при помощи которых выявляли спрос на новые компетенции, и выстраивали образ новых профессий. Результаты исследования были собраны в «Атлас новых профессий»[1].

Атлас новых профессий – это альманах перспективных отраслей и профессий на ближайшие 15–20 лет. Он поможет понять, какие отрасли будут активно развиваться, какие в них будут рождаться новые технологии, продукты, практики управления и какие новые специалисты потребуются работодателям.

«Атлас новых профессий» включает в себя перечни востребованных в разное время профессий, соответствующие им надпрофессиональные навыки и умения, а также рекомендации абитуриентам по выбору вузов (рис. 4).

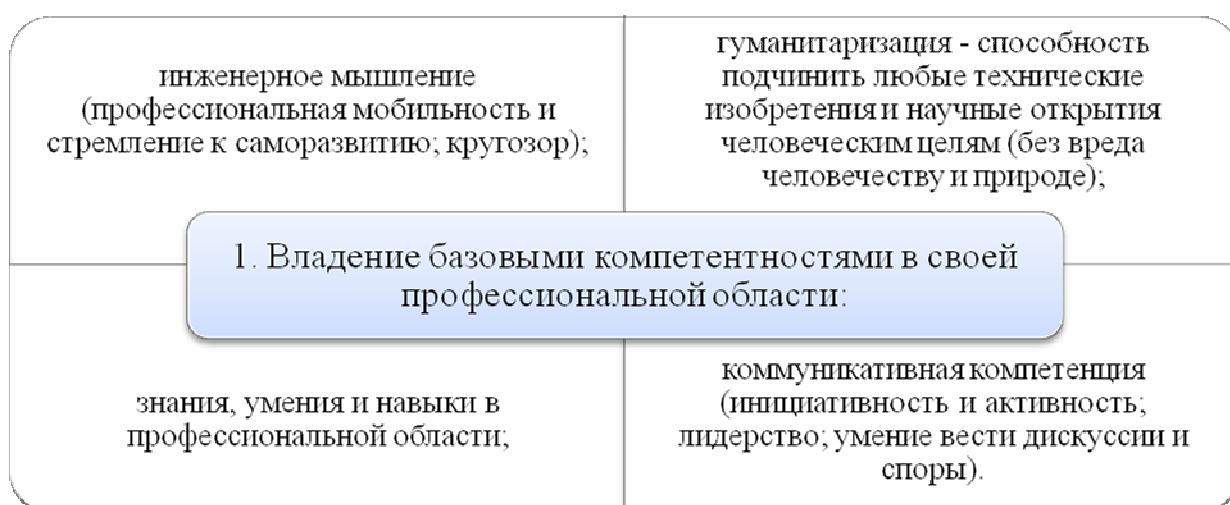


Рис. 4. Содержательные единицы «Атласа новых профессий».

По мнению составителей атласа, в будущем люди уже не смогут обойтись одним дипломом вуза. Необходимы будут так называемые надпрофессиональные навыки и умения, к которым относятся системное мышление, способность к междотраслевой коммуникации, умение управлять процессами и проектами, навык программирования IT-решений.

Мы считаем, что для выпускника современной школы важно обладать не только системным мышлением, но и инженерным. Оно помогает использовать накопленные знания и представления о мире и объекте, рассматривать их как комплекс, как систему.

Основываясь на требованиях образовательного стандарта можно выделить следующие компетенции (см. ниже), необходимые для современного выпускника, обладающего инженерным мышлением (в общем виде)[1, 64]:



2. Ориентировка в рыночной ситуации, в которой будет осуществляться его профессиональная деятельность:

информационная компетенция (конкретные навыки по использованию технических устройств от телефона до персонального компьютера и компьютерных сетей);

умение извлекать информацию из различных источников, включая электронные коммуникации, представлять ее в понятном виде, уметь структурировать, оценивать и эффективно использовать.

3. Психологическая готовность к конкурентоспособному поведению (действие в ситуациях, предполагающих соперничество, состязательность, мобильность, прогноз действий конкурента, способность выделять приоритеты, профессиональная интуиция):

потребность в успешной деятельности (осознание целей своей деятельности; умение организовать себя и других для успешной деятельности);

ответственность (наличие энергии для завершения работы, скорость реакции на различные ситуации; участие в общественных делах).

4. Стартовые возможности (фундаментальные знания, наличие практического опыта, общекультурный потенциал, одаренность):

творческий потенциал - способность производить «редкие» идеи, отличающиеся от общепринятых, типичных ответов; чувствительность к необычным деталям, противоречиям и неопределенности, а также готовность гибко и быстро переключаться с одной идеи на другую; готовность работать в фантастическом, «невозможном» контексте, склонность использовать символические, ассоциативные средства для выражения своих мыслей.

### 5. Способность саморегуляции, самоорганизации и адекватной рефлексии, самооценки своих профессиональных и личностных качеств:

инженерная рефлексия (желание критического оценивания себя и результатов своей деятельности; знание сути и назначения инженерной рефлексии и осознание ее необходимости для саморазвития; умение анализировать свою деятельность, оценивать свои профессиональные возможности, прогнозировать свое развитие);

самостоятельность (интерес и настойчивость в решении инженерных задач (проблем);  
знание о процессе и рациональных способах решения инженерных задач (проблем);  
умение вариативно решать поставленные задачи (проблемы).

### 6. Социально-правовая компетентность:

правовая компетенция (интерес и настойчивость в знании своих прав; знание о способах решения правовых проблем; умение их решать).

Инженерному мышлению свойственно также осознанное и целенаправленное генерирование идеи: человек чувствует необходимость в ее конструкторской переработке, то есть воплощении идеи в реальной жизни.

Отсюда глобальная задача основной школы – формирование у школьников именно системного творческого инженерного мышления, чтобы рационально использовать базу общенаучных и специально-профессиональных знаний в различных областях.

Большие возможности для решения этой задачи открывает учебный предмет «Математика».

Она имеет большие потенциальные возможности для формирования всех видов УУД: личностных, познавательных, коммуникативных и регулятивных. Реализация этих возможностей на этапе математического образования зависит от способов организации учебной деятельности учащихся основной школы, которые учитывают потребности детей в познании окружающего мира и применения этих знаний на практике: словесно-логическое мышление, произвольная смысловая память,

произвольное внимание, планирование и умение действовать во внутреннем плане, знаково-символическое мышление, с опорой на наглядно – образное и предметно - действенное мышление[64].

Анализ литературы по проблеме формирования инженерного мышления школьников на уроках математики позволяет сделать вывод о том, что в школе именно этот предмет является основой развития у учащихся познавательных действий, в первую очередь логических. Особое значение имеет математика для формирования общего приёма решения задач как универсального учебного действия.

Мы рассмотрим возможности формирования инженерного мышления с помощью практико-ориентированных задач, в том числе, с уклоном на местное производство.

Решая такие задачи, учащиеся не только приобретают новые математические знания, но и готовятся к их использованию на практике. Следовательно, задачи содействуют формированию инженерного и логического мышления. Большое значение имеет решение задач и в воспитании личности учащегося. Поэтому важно, чтобы учитель имел глубокие представления о практико-ориентированной задаче, о ее структуре, умел решать такие задачи различными способами.

Таким образом, анализ психолого-педагогической литературы позволил сделать вывод о том, что именно школьный возраст является основой для формирования инженерного мышления. Его становление происходит на протяжении всей профессиональной жизни человека: начинается с дошкольного и школьного периода образования и в наиболее полной мере формируется в профессиональном обучении и профессиональной деятельности. Базовое школьное образование, направленное на формирование универсальных учебных действий, является пропедевтическим в этом процессе.

Для пропедевтики инженерного мышления у школьников необходимы: направленный отбор и систематизация содержания учебного материала, которые позволят повысить уровень будущих выпускников без ущерба основной программе; отбор практико-ориентированных задач с учетом потребностей города; учет дидактических, методических и личностных условий, которые позволят развить стремление к самостоятельной деятельности, к свободе выбора средств и методов деятельности, составлению оптимального плана деятельности, к анализу и коррекции ее результата.

#### **1.4. Понятие практико-ориентированной математической задачи**

Рассмотрим понятие «задача» в педагогической литературе. В широком смысле задача рассматривается как проблемная ситуация с явно заданной целью, которую необходимо достичь. В более узком смысле задачей также называют саму эту цель, данную в рамках проблемной ситуации, то есть то, что требуется сделать. Т.Ф. Ефремова под задачей предлагает считать цель, к которой стремятся, которую хотят достичь, обстоятельства, затруднения, которые надо преодолеть. Под математической задачей она понимает вопрос математического характера, требующий нахождения решения по известным данным с соблюдением определенных условий. В словаре Ожегова определение задачи звучит следующим образом: «Задача – упражнение, которое выполняется посредством умозаключения, вычисления»[60].

Д. Пойа, рассматривая роль задач в математике, писал: «Что значит владение математикой? Это есть умение решать задачи, причем не только стандартные, но и требующие известной независимости мышления, здравого смысла, оригинальности, изобретательности»[49]. Одним из основных элементов предметной области математика являются математические задачи и включают в себя не только практику, но и теорию. Но с другой стороны



более действенным усвоением теоретического материала является применение его в ходе решения задач. По этой причине решение задач считается основной деятельностью при обучении математике. Наиболее распространенным является определение задачи как системы [66]. Авторы по-разному очерчивают круг явлений, относящихся к объему понятия «задача».

Термин «задача» употребляют для обозначения объектов, относящихся к трем различным категориям [20, 36]:

1. к категории словесной формулировки этой ситуации;
2. к категории цели действий субъекта, требования, поставленного перед субъектом;
3. к категории ситуации, включающей наряду с целью условия, в которых она должна быть достигнута.

В каждой из трактовок по-разному подходят к отношению между субъектом и задачей. Сторонники трактовки задачи как ситуации, в которой должен действовать субъект, явно включают субъекта в само понятие задачи. Так, Г.А. Балл рассматривает задачу как некоторую ситуацию, в которой оказывается и должен действовать субъект. Он выделяет три подхода к характеристике понятия [3]: задача представляет собой определенную ситуацию, требующую от субъекта некоторого действия; в задаче представляется ситуация, в которой требуется от субъекта отыскать действие, направленное на установление связи неизвестного с известным, в условиях, когда субъект не владеет способом этого действия; представленное в задаче действие направлено на нахождение неизвестного посредством его существующей связи с неизвестным.

Ю.М. Колягин отмечает в своих работах, что без субъекта нет задачи. Исходным понятием считает систему «человек – задачная ситуация, где под вторым компонентом понимается множество  $P$  взаимосвязанных через некоторые свойства и отношения элементов. Если человеку, который вступил в контакт с этим множеством, и ему известны все его элементы, все

их свойства и отношения, то такую ситуацию  $P$  называют фиксированной по отношению к данному человеку. Если же человеку хотя бы один элемент неизвестен, либо одно свойство или отношение, то систему  $P$  называют проблемной по отношению к данному субъекту. Если у человека возникает потребность в определении неизвестных ему элементов, свойств и отношений из множества  $P$ , проблемный характер у которого зафиксирован, становится задачей для данного объекта. Решить задачу – значит преобразовать данную проблемную ситуацию в соответствующую ей стационарную или установить, что такое преобразование в данных условиях не возможно.»[34].Сторонники третьей трактовки задачи субъект не включают в понятие задачи. Наиболее четко эту точку зрения выражает Л.М. Фридман. Он определяет задачу как модель проблемной ситуации, которая выражается с помощью знаков естественного или научного языка. Он отмечает «Проблемная ситуация возникает тогда, когда субъект в своей деятельности, направленной на некий объект, встречает какое-то затруднение, преграду. Однако проблемная ситуация – это не просто затруднение, преграда в деятельности субъекта, а осознанное субъектом затруднение, способ устранения которого он желает найти.»[66]. Таким образом, Л.М. Фридман включает субъект в понятие проблемной ситуации. Значит, задача есть модель ситуации, элементом которой является субъект, осознавший затруднение в своей деятельности.

В современной методической и психологической литературе принята следующая классификация задач (рис. 5).

По характеру требования:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• задачи на доказательство;</li> <li>• задачи на построение;</li> <li>• задачи на вычисление.</li> </ul>
По функциональному назначению:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• задачи с дидактическими функциями;</li> <li>• задачи с познавательными функциями;</li> <li>• задачи с развивающими функциями.</li> </ul>
По методам решения:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• задачи на геометрические преобразования;</li> <li>• задачи на векторы и др.</li> </ul>
По числу объектов в условии задачи и связей между ними:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• простые;</li> <li>• сложные.</li> </ul>
По компонентам учебной деятельности:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• организационно-действенные;</li> <li>• стимулирующие;</li> <li>• контрольно-оценочные.</li> </ul>

Рис. 5. Классификация математических задач.

Помимо этого, по величине проблемности отличают задачи: стандартные и нестандартные; теоретические и практические; устные и письменные; одношаговые, двушаговые и др.; устные, полуюстные, письменные и т.д.[61].

Таким образом, в настоящей работе под понятием «задача» будем рассматривать ситуацию, включающую цель и условия для ее достижения.

В задаче выделяют следующие компоненты (рис. 6.):

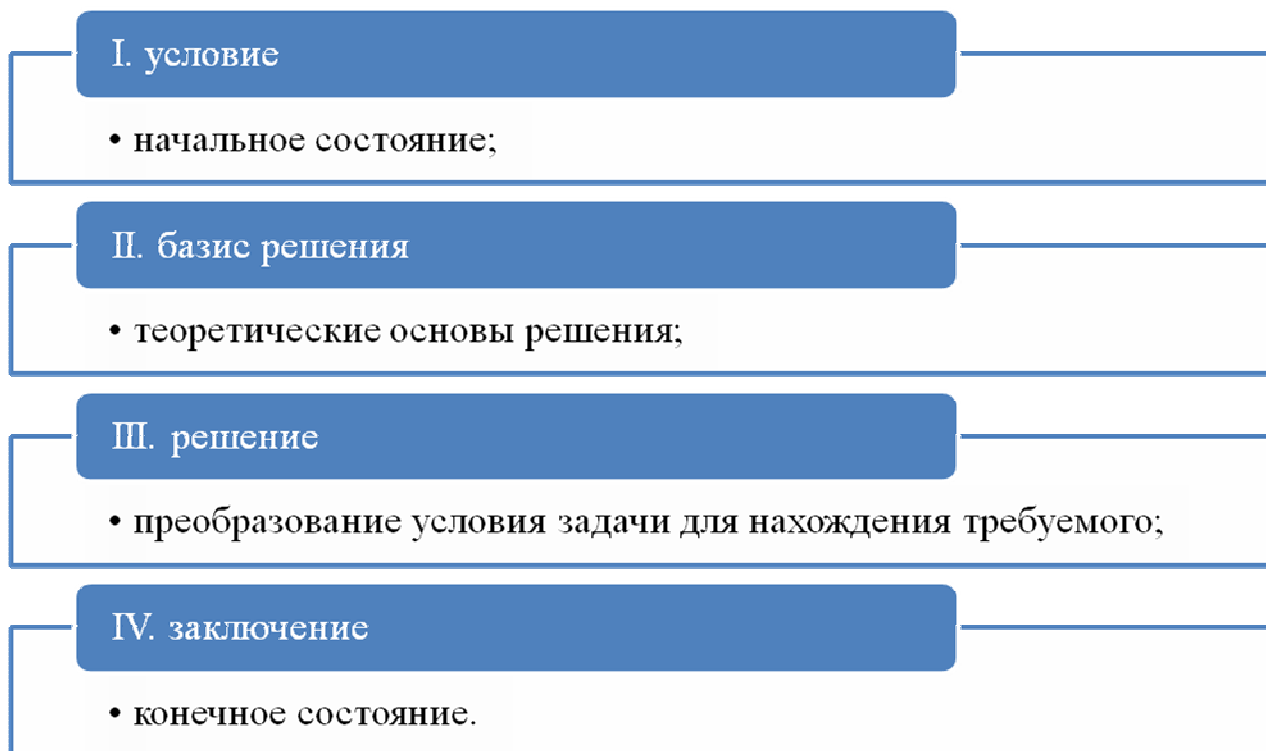


Рис. 6. Компоненты математической задачи.

Такие задачи называют по-разному: компетентностные, контекстные, ситуационные, сюжетные, практико-направленные, компетентностно-ориентированные, учебно-практические, позволяющие проверять уровень сформированности различных компетенций. В нашем исследовании мы будем их называть **практико-ориентированные задачи**, учитывая их целевое назначение в процессе обучения.

Чтобы у учащихся не сформировалось мнение о том, что математика не участвует в повседневной жизни, необходимо использовать математические знания применительно к различным ситуациям. Более близкими для них выступают ситуации, связанные с повседневной жизнью, затем со школьной жизнью, работой и спортом, жизнью окружающего их общества. В связи с этим, актуальным является разработка заданий, в которых рассматриваются ситуации, возможные в нашей действительности.

Под практико-ориентированной задачей понимается, прежде всего, математическая задача. К ним относятся такие задачи, у которых контекст

обеспечивает подлинные условия для использования математики при решении, оказывает влияние на решение и его истолкование. Не исключается использование задач, у которых условие исходит из каких-либо гипотез, если оно не слишком отдалено от реальной ситуации.

Целью использования данного типа заданий является формирование умений действовать в социально-значимой ситуации. Научить учащихся работать с информацией, то есть добывать, объяснять, отобрать, критически оценить, найти собственное решение, научить взаимодействовать в паре, в группе в процессе решения образовательных задач на основе диалога, развить свои точки зрения, чувства, убеждения и желания в поисковой творческой деятельности учащихся [41].

Таким образом, *под практико-ориентированными математическими задачами будем понимать математические задачи, в содержании которых описаны ситуации из окружающей действительности, связанные с формированием практических навыков использования математических знаний и умений, и позволяющие проверять уровень сформированности различных компетенций.*

Решение задач такого типа в большей степени строиться на построении модели реальной ситуации, описанной в конкретной задаче. Составление модели требует высокого уровня математической подготовки и является результатом обучения, который целесообразно назвать общекультурным (общеобразовательным) [19].

Важными отличительными особенностями практико-ориентированных задач являются значимость, формулировка условия задачи в виде сюжета, данные, указание об области применения решения (рис. 7).

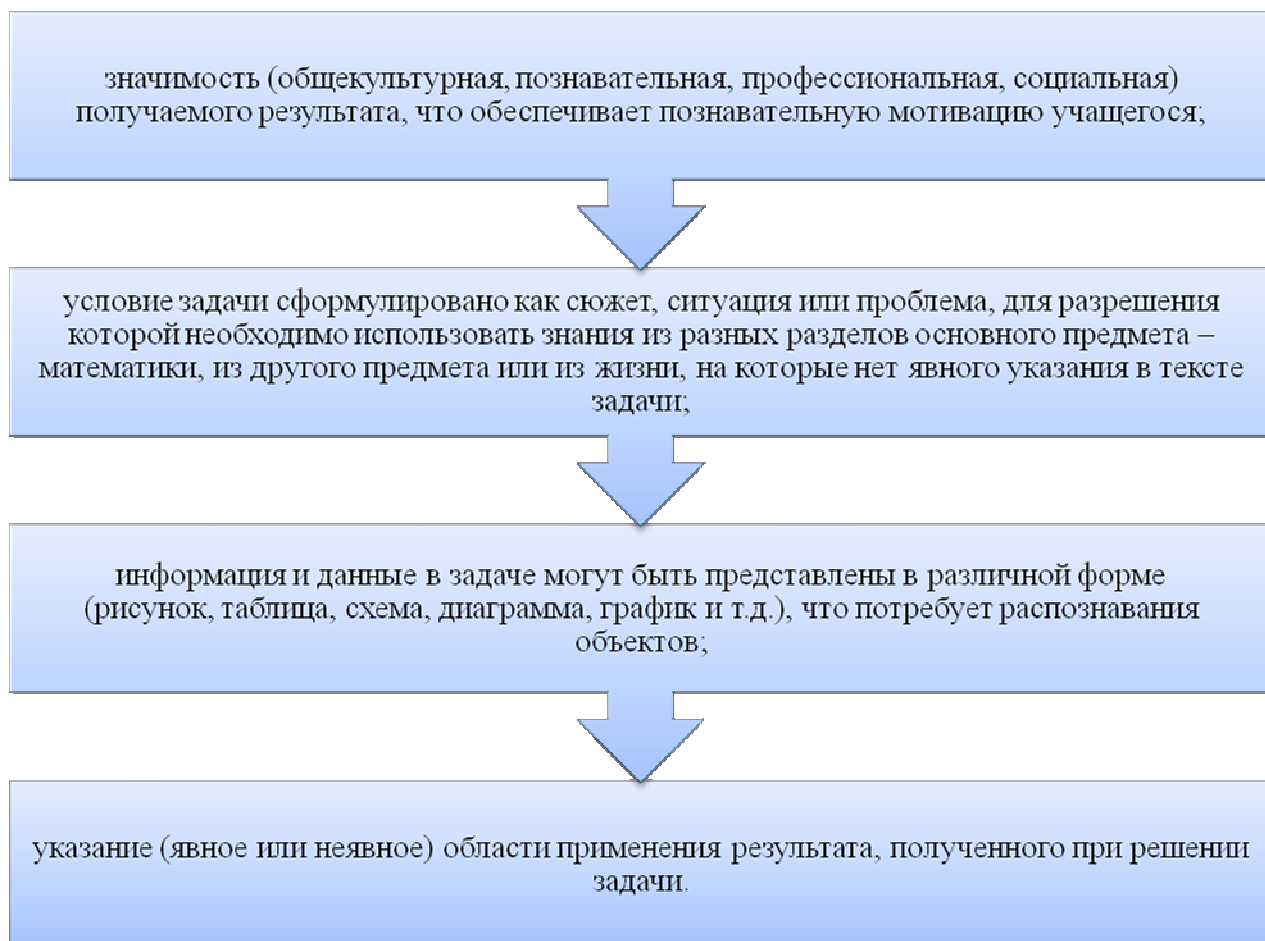


Рис. 7. Особенности практико-ориентированных задач.

Кроме выделенных четырех обязательных характеристических особенностей, практико-ориентированные задачи имеют следующие:

1. По структуре эти задачи – нестандартные, т.е. в структуре задачи некоторые из ее компонентов неопределенны;
2. Наличие избыточных, недостающих или противоречивых данных в условии задачи, что приводит к объемной формулировке условия;
3. Наличие нескольких способов решения, причем данные способы могут быть неизвестны учащимся, и их потребуется сконструировать [51].

Практико-ориентированные задания должны быть очень тщательно продуманы, так как они позволяют оценить умение логически понимать содержание, уметь представить себе реальную ситуацию, связать разные части текста, отвлечься от излишних подробностей и нацелено выбрать нужную информацию.

Большую роль играют занимательные задачи практического содержания. Это разнообразные задачи, созданные человечеством в течении многих лет, и показывающие практическое применение математических знаний в повседневной жизни, среди них: математические задачи на различные жизненные ситуации, математические фокусы с игральными картами, задачи на взвешивание монет, задачи, связанные с переливаниями, занимательные задания со спичками и монетами, занимательные задания на товарно-денежные отношения, математические задачи с использованием циферблата часов, задачи с использованием теории множеств. Они позволяют учащимся усвоить материал на более высоком уровне. Способствуют развитию инженерного мышления. Так же имеются задачи на считывание информации, представленной в виде графиков роста акций, температуры и т.д., задач на анализ практической ситуации - оптимальное решение проблемы, моделирующую реальную или близкую к реальной ситуацию (выгодную покупку, экономичную поездку и т.д.). В задачах геометрического содержания большое внимание уделяется проверке навыков конструктивного мышления, умению находить площади и объемы нестандартных фигур с помощью хорошо известных формул. Решение задач такого типа развивают общеучебные умения школьников, т.к. учебная деятельность при этом приобретает исследовательский и практико-ориентированный характер. При этой работе происходит:

- - извлечение основного содержания прочитанного или услышанного;
- - точная формулировка мыслей, построение оригинальных высказываний по заданному вопросу или теме;
- - исследование различных вариантов решения задач, выбор наилучшего, принимая во внимание различные критерии;
- - сотрудничество с другими (учениками и учителем) при выполнении общего задания;
- - планирование действий и времени;
- - оценка результатов своей деятельности и т.д. [20].

Можно также использовать задания, способствующие формированию творческой информационной компетентности: написание рефератов, эссе, сообщений, составление тестов, кроссвордов и мини – пособий. Обучение с использованием практико-ориентированных заданий приводит к более прочному усвоению информации, так как возникают ассоциации с конкретными действиями и событиями.

Особенность этих заданий (необычная формулировка, связь с жизнью, межпредметные связи) вызывают повышенный интерес учащихся, способствуют развитию любознательности, творческой активности. Учащихся захватывает сам процесс поиска путей решения задач. Они получают возможность развивать логическое и ассоциативное мышление.

Практико-ориентированная технология обучения позволяет ученика из пассивного объекта педагогического воздействия превратить в активного субъекта учебно-познавательной деятельности.

Дидактическими целями практико-ориентированных заданий являются:

- закрепление и углубление теоретических знаний;
- овладение умениями и навыками по учебной дисциплине;
- формирование новых умений и навыков;
- приближение учебного процесса к реальным жизненным условиям;
- изучение новых методов научных исследований;
- овладение общеучебными умениями и навыками;
- развитие инициативы и самостоятельности.

Виды практико-ориентированных заданий показаны на рис. 8 [13].



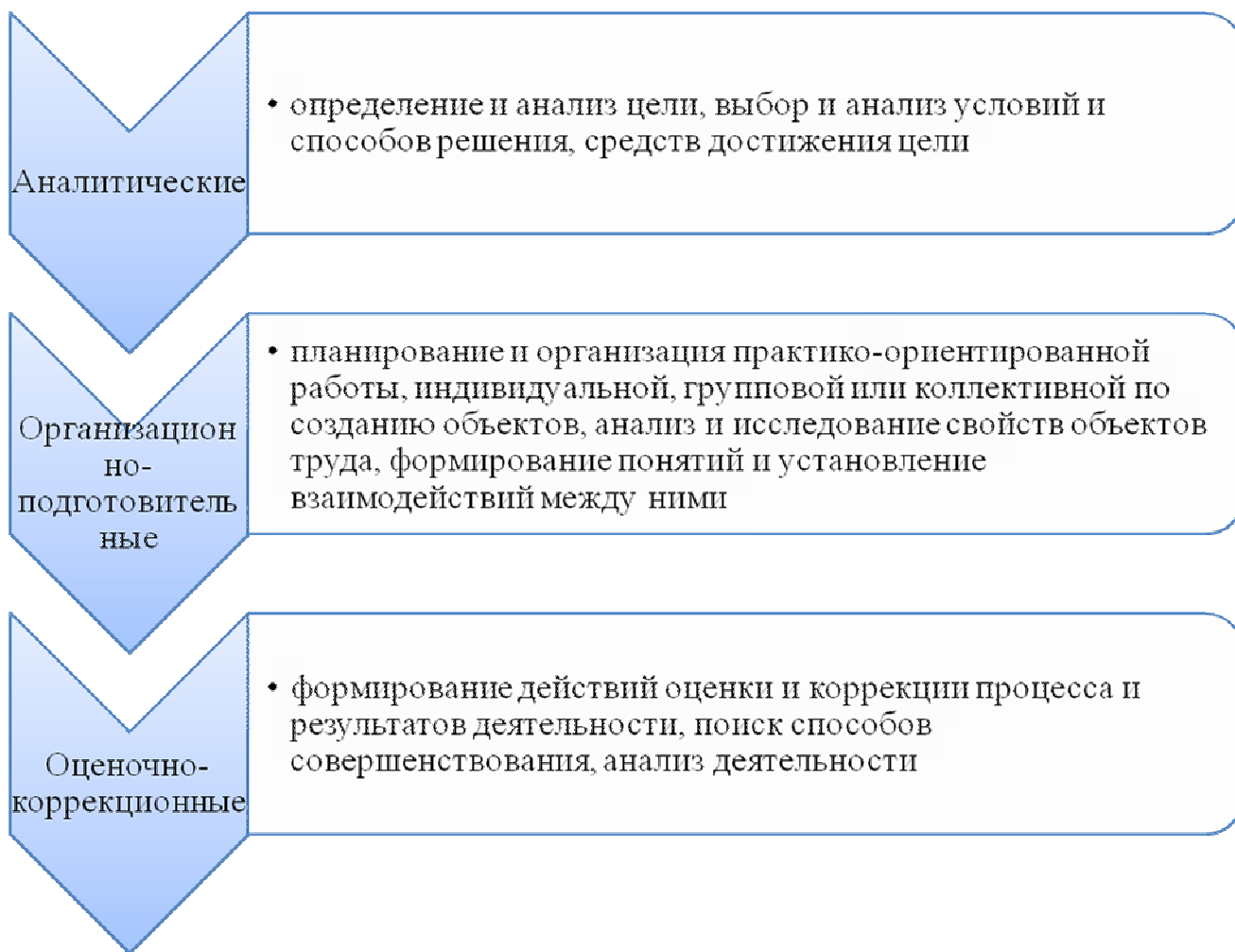


Рис. 8. Виды практико-ориентированных заданий.

Таким образом, практико-ориентированные задания способствуют ознакомлению учащихся с разнообразным математическим материалом, имеющим прикладной характер и развивающим творческие способности и познавательные интересы учащихся. В различных источниках их называют по-разному: компетентностные, контекстные, ситуационные, сюжетные, практико-направленные, компетентностно-ориентированные, учебно-практические. Их цель - формирование умений действовать в социально-значимой ситуации.

Под практико-ориентированными математическими задачами мы понимаем математические задачи, в содержании которых описаны ситуации из окружающей действительности, связанные с формированием практических навыков использования математических знаний и умений, и

позволяющие проверять уровень сформированности различных компетенций.

Использование таких задач требует от учителя тщательной подготовки: знания особенностей протекания различных производственных процессов, с одной стороны, и закономерностей пропедевтики инженерного мышления у обучающихся, с другой стороны.

### **Выводы по 1 главе.**

Бурное развитие экономики формирует новые требования, предъявляемые к выпускникам школ. Пропедевтика инженерного мышления представляет собой важный аспект школьного образования. Выпускник должен обладать надпрофессиональными навыками и умениями: нестандартно решать задачи, критически относиться к результатам своей деятельности, искать новые пути решения проблемы, стремиться к автоматизации и оптимизации своего труда путем проектирования и моделирования изучаемых систем. Такие качества являются необходимыми условиями для успешного освоения инженерных профессий.

Под инженерным мышлением мы понимаем особый вид мышления, формирующийся и проявляющийся при решении инженерных задач. Инженерное мышление позволяет быстро, точно и оригинально решать как ординарные, так и неординарные задачи в определенной предметной области, направленные на удовлетворение технических потребностей в знаниях, способах, приемах, с целью создания технических средств и организации технологий. Оно характеризуется как политехническое, конструктивное, научно-теоретическое, преобразующее, творческое, социально-позитивное.

Существуют разные подходы к классификации мышления: по происхождению, степени развернутости, степени новизны и оригинальности, функциям, средствам, характеру решаемых задач, по виду доминирующей деятельности. Особенностью инженерного мышления является то, что оно

представляет собой синтез разных видов мышления, которые между собой диалектически связаны и в зависимости от ситуации доминируют его разные виды, а именно: техническое, научно-исследовательское, конструктивное и экономическое.

В качестве критерия сформированности инженерного мышления можно взять умение решать практико-ориентированные задачи, предполагающие использование политехнических, конструкторских, научно-исследовательских и творческих знаний и умений, связанных с социально-позитивным преобразованием окружающего мира. По способности к решению практико-ориентированных задач мы выделили и охарактеризовали три уровня развития инженерного мышления: низкий, средний, высокий.

Анализ понятия инженерного мышления позволил выделить в нем понятийный, образный, практический и формальный компоненты, для которых нами были определены показатели по трем уровням сформированности.

Анализ психолого-педагогической литературы позволил сделать вывод о том, что именно школьный возраст является основой для формирования инженерного мышления. Его становление происходит на протяжении всей профессиональной жизни человека: начинается с дошкольного и школьного периода образования и в наиболее полной мере формируется в профессиональном обучении и профессиональной деятельности. Базовое школьное образование, направленное на формирование универсальных учебных действий, является пропедевтическим в этом процессе.

Для пропедевтики инженерного мышления у школьников необходимы: направленный отбор и систематизация содержания учебного материала, которые позволят повысить уровень будущих выпускников без ущерба основной программе; отбор практико-ориентированных задач с учетом потребностей города; учет дидактических, методических и личностных условий, которые позволят развить стремление к самостоятельной

деятельности, к свободе выбора средств и методов деятельности, составлению оптимального плана деятельности, к анализу и коррекции ее результата.

Практико-ориентированные задания способствуют ознакомлению учащихся с разнообразным математическим материалом, имеющим прикладной характер и развивающим творческие способности и познавательные интересы учащихся. В различных источниках их называют по-разному: компетентностные, контекстные, ситуационные, сюжетные, практико-направленные, компетентностно-ориентированные, учебно-практические. Их цель - формирование умений действовать в социально-значимой ситуации.

Под практико-ориентированными математическими задачами мы понимаем математические задачи, в содержании которых описаны ситуации из окружающей действительности, связанные с формированием практических навыков использования математических знаний и умений, и позволяющие проверять уровень сформированности различных компетенций.

Использование таких задач требует от учителя тщательной подготовки: знания особенностей протекания различных производственных процессов, с одной стороны, и закономерностей пропедевтики инженерного мышления у обучающихся, с другой стороны.

## **Глава 2. Методические аспекты использования практико-ориентированных математических задач как средства пропедевтики инженерного мышления в основной школе**

### **2.1. Методические особенности решения практико-ориентированных задач**

В настоящее время в школьном математическом образовании одним из преимущественных направлений является подготовка учащихся к использованию математики в решении широкого круга проблем, возникающих в реальном мире за пределами образовательного процесса. Это обусловлено, с одной стороны, возросшим в последние десятилетия значением математики в общей системе знаний. С другой стороны, причина происходящих в сфере российского образования изменений заключается в том, что математические методы проникают в разнообразные сферы жизнедеятельности людей, знания основ (и не только) математики все больше востребованы в повседневной жизни.

В связи с чем, актуализировалась необходимость обеспечения перехода от предметно-ориентированного обучения к практико-ориентированному, реализующему системно-деятельностный подход, предполагающий подготовку школьника к профессиональной и общественной жизни. Одним из средств реализации выделенных подходов в образовательной практике выступают практико-ориентированные задачи, которые обеспечивают связь изучаемой предметной области с окружающей действительностью, практическими навыками, умениями, реальной жизнью.

Поэтому современные требования к результатам обучения математике включают не только овладение предметными знаниями, но и умениями применять данные знания в ситуациях повседневной жизни, при решении практических задач. В Концепции развития математического образования в

РФ от 24 декабря 2013 года также подчеркивается необходимость приобретения школьниками «знаний и навыков, применяемых в повседневной жизни и профессиональной деятельности». Повышенное внимание практико-ориентированных заданий прослеживается и в содержании контрольно-измерительных материалов для ОГЭ и ЕГЭ.

Методологическая функция линии практико-ориентированных задач состоит в изучении понятий и методов, объединяющих содержание не только методических, но и предметных линий всего школьного курса математики. К ее базовому понятию естественно отнести понятие математической модели, т. к. оно проявляется во всех средствах обучения приложениям математики в школе. Математическим методом выделяемой линии является **метод математического моделирования** [53], [65].

Работа с практико-ориентированной задачей осуществляется в 4 этапа.  
*1 этап. Математизация (анализ условия). (Математизация – использование математических методов в какой-нибудь науке, сфере деятельности.)*

1.1. Выделять объекты окружающего мира, которые могут быть описаны средствами школьного курса математики;

1.2. Заменять исходные объекты и отношения их математическими эквивалентами. Описывать эти объекты и отношения на языке математики.

*2 этап. Формализация (построение математической модели условия). (Формализация – отображение результатов мышления в точных понятиях и утверждениях.)*

2.1. Устанавливать соответствие между содержательной и математической моделью объекта в зависимости от предъявленных условий;

2.2. Соотносить реальные объекты различной природы с одной математической моделью.

2.3. Описывать реальный объект несколькими математическими моделями.

2.4. Оценивать полноту исходных данных для построения математической модели.

*3 этап. Внутримодельное решение.*

3.1. Выбирать подходящие методы исследования реальных объектов в зависимости от поставленной задачи;

3.2. Составлять математическую модель с учетом требуемой точности описания реальных объектов задачи.

*4 этап. Интерпретация результата (истолкование, разъяснение).*

4.1. Анализировать использованные математические методы решения с точки зрения их рациональности для исследования реального объекта;

4.2. Интерпретировать результат исследования математической модели с требуемой погрешностью.

Можно выделить следующие принципы конструирования практико-ориентированных задач по математике в общеобразовательной школе:

1. Математизации знаний.

2. Соответствия содержания практико-ориентированных задач математики познавательным возможностям и интересам учащихся.

3. Доступности для изучения на школьном уровне средств математизации знаний.

4. Достоверности содержания практико-ориентированных задач математики.

5. Открытости содержания линии практико-ориентированных задач.

На основе этапов решения практико-ориентированных задач можно выделить 10 типов задач [15, 23]:

1) Формулировку математического утверждения, отбор формул, понятий, которые необходимо использовать для ответа на вопрос задачи (здесь и далее имеется в виду практико-ориентированная задача). Например, какой математический факт используют строители при расчете количества расходных материалов (обоев) для ремонта квадратной комнаты шириной 4,5 м и высотой 2,5 м.?

2) Выбор задачи, в которой математической моделью является следующее утверждение, понятие, формула из предложенных задач.

Например,\*Найти фигуру, площадь которой находится по формуле:

$$S = a^2 \frac{6 - \pi}{4} .$$

3) Среди данных задач найти такие, у которых математические модели совпадают. Например,

1. Квартира состоит из 3 комнат общей площадью 42 м<sup>2</sup>. Первая комната по площади в 2 раза меньше второй, а вторая – на 3 м<sup>2</sup> больше третьей. Чему равна площадь каждой комнаты в этой квартире?

\*2. За книгу, ручку и тетрадь Саша заплатил 270 р. Ручка в 3 раза дороже тетради и на 25 р. дешевле книги. Сколько стоит тетрадь?

\*3. Мотоциклист проехал расстояние между двумя городами, равное 980 км, за 4 дня. В первый день он проехал на 80 км меньше, чем во второй день, в третий день – половину расстояния, пройденного за первые два дня, а в четвёртый день – оставшиеся 140 км. Какое расстояние проехал мотоциклист в третий день?

\*4. Периметр четырехугольника равен 46 дм. Первая его сторона в 2 раза меньше второй и в 3 раза меньше третьей стороны, а четвертая сторона на 4 см больше первой стороны. Чему равны длины сторон этого 4х-угольника?

4) Описание математической модели реальных объектов (у одного объекта может быть несколько моделей). Например,\*Опишите модель школьного стадиона.

5) Отобразить ситуацию, описанную в тексте задачи графически, в таблице (и наоборот, перевести табличную, графическую информацию в текстовую).

Например, составить конспект представленного текста.

6) Перевести задачу с естественного языка на математический язык.

\*Пример задачи: пол прямоугольной формы выложили квадратными дощечками с длиной стороны 4 дм. Всего потребовалось 280 плиток. Найдите длину пола, если ширина его равна 200 сантиметров.



7) Привести несколько математических моделей решения задачи, выбрать рациональное с точки зрения рассматриваемой реальной ситуации. Для решения задач этого типа можно использовать пример задач рассматриваемых в типе 2.

8) Установить требуемую точность (допустимую погрешность) результата.

\*Например, дописать единицы измерения для величин:

Площадь комнаты 18 \_\_\_\_

Ширина телевизора 45 \_\_\_\_

Диаметр кружки 0,8 \_\_\_\_

9) Оценка достаточности данных для построения математической модели объекта, есть ли лишние данные. К задачам данного типа относятся все задачи, суть которых заключается в ответе на вопрос: «Хватает ли информации для решения поставленной задачи?»

10) Выбор из предложенных математизаций одного объекта ту, которая соответствует заданному условию. \*Соотнесите формулу площади и фигуру.

Как уже было указано выше, основными компонентами любой математической задачи являются: условие задачи, базис задачи, решение задачи, обоснование решения задачи. В свою очередь в практико-ориентированной задаче можно выделить следующие компоненты, составляющие ее структуру:

- содержательный. Этот компонент включает содержание учебного материала, базовые математические понятия, на которые опирается решение предлагаемой задачи, этапы математического моделирования;

- деятельностный. Данный компонент характеризуется теми практико-ориентированными математическими умениями, которые планируется сформировать у школьников в процессе работы с предложенной задачей;

- задачный. Компонент содержит систему классификаций практико-ориентированных задач и характеристику уровней их сложности;

- процессуальный. Последний по описанию, но не по значению предлагаемый компонент определяет временные этапы реализации практико-ориентированных задач.

Постановка задачи заключается в предложении для решения, выполнения, обсуждения, получения конечного результата, составление исходных материалов и определение необходимой цели для решения задачи [30].

Под формой постановки любой задачи, в том числе и практико-ориентированной понимают точную формулировку условия задачи, в которой описывается вся входная, необходимая для решения, и выходная информация. Выходной информацией по задаче считают те данные, которые будут представлены учащимися как результат работы по решению предложенной задачи.

Предлагая для решения практико-ориентированную задачу, следует помнить о том, что она должна быть привлекательна для учащихся конкретного класса, имеющих свои отличительные особенности в сфере интересов, жизненного опыта и т.п. Этого можно добиться, если предлагать учащимся задачи, оформленные в виде рисунков, схем и др.

Представленные выше типология задач, а также требования к форме постановки практико-ориентированной задачи и ее содержанию позволяют сформулировать следующие методические особенности обучения решению практико-ориентированных задач по математике [36]:

- предлагая для решения учащимся практико-ориентированную задачу необходимо учитывать их интересы в повседневной жизни и опираться на имеющийся у них жизненный опыт;

- особое внимание следует уделять формулировке задачи, которая должна быть привлекательна и по форме и по содержанию для конкретных учащихся, только тогда можно обеспечить условия, полного включения учащихся в работу над задачей, которую в идеальном варианте они должны

воспринимать как цель своей учебной деятельности в определенный момент времени;

- при работе над решением задачи необходимо значительное количество времени отводить на этап моделирования, т.е. представление описанной в задаче ситуации в виде математической модели, работа с которой будет завершающим этапом решения.

Таким образом, существуют различные типы практико-ориентированных задач, но основным математическим методом их решения является метод математического моделирования. Решение задачи при этом происходит в 4 этапа: математизация (анализ условия); формализация (построение математической модели условия; внутримодельное решение; интерпретация (истолкование, разъяснение) результата. Практико-ориентированные математические задачи должны соответствовать таким принципам, как соответствие познавательным способностям обучающихся, доступность и достоверность. Их применение требует от учителя серьезной подготовки.

## **2.2. Комплекс практико-ориентированных математических задач**

В первой главе нами был сделан вывод, что особенностью инженерного мышления является то, что оно представляет собой синтез разных видов мышления, которые между собой диалектически связаны и в зависимости от ситуации доминируют его разные виды. Это техническое, научно-исследовательское, конструктивное и экономическое мышление. В соответствии с ними мы систематизировали практико-ориентированные задачи в составленном нами комплексе. Понятие «комплекс» говорит о том, что подборка задач направлена на развитие всех составляющих инженерного мышления.

### **1. Техническое мышление.**

По другому, техническое мышление можно назвать «конструкторским», оно характеризует способность проведения анализа состава и структуры технических устройств и принципов их работы. Оно способствует укреплению логического аппарата и обеспечивает «неразрывность» абстрактных понятий и их конкретного практического воплощения в виде технических устройств.

Формирование технической составляющей инженерного мышления происходит при изучении математики, физики, технологии. В математике такие практико-ориентированные задачи связаны с расчетом параметров конкретных технических устройств:

1.1. Определить число зубьев шестерни, если диаметр шестерни 7 см, а ширина зубца 11 мм.

1.2. Дано 2 тела: А и В. Вес тела определяется по формуле  $p \cdot V$ , где  $p$  – плотность вещества, из которого сделано тело,  $V$  – объем тела. Вес какого тела больше (см. рис. 9)?

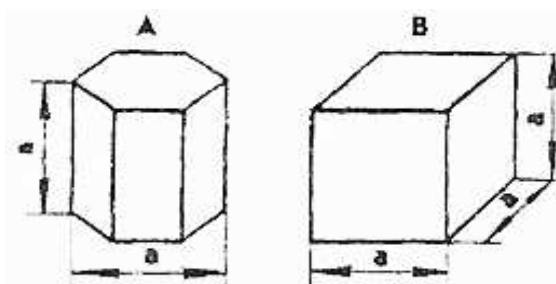


Рис. 9. К задаче 1.2.

1.3. Сколько треугольников вы видите на рисунке (рис. 10)?

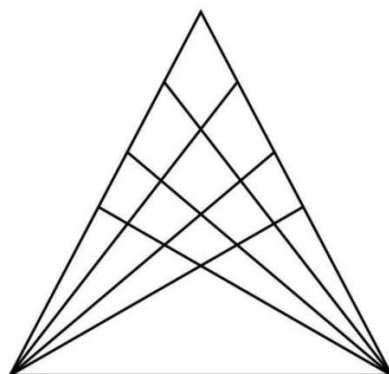


Рис. 10. К задаче 1.3.

1.4. В верхней строке изображены пять кубиков. Кубики расположены так, что из шести граней у каждого видны три. В нижней строке – эти же кубики, но повернутые по-новому. В перевернутых кубах, естественно, могут появиться новые значки. Укажите стрелками, какому кубику верхней строкисоответствуют кубики нижней строки (рис. 11).

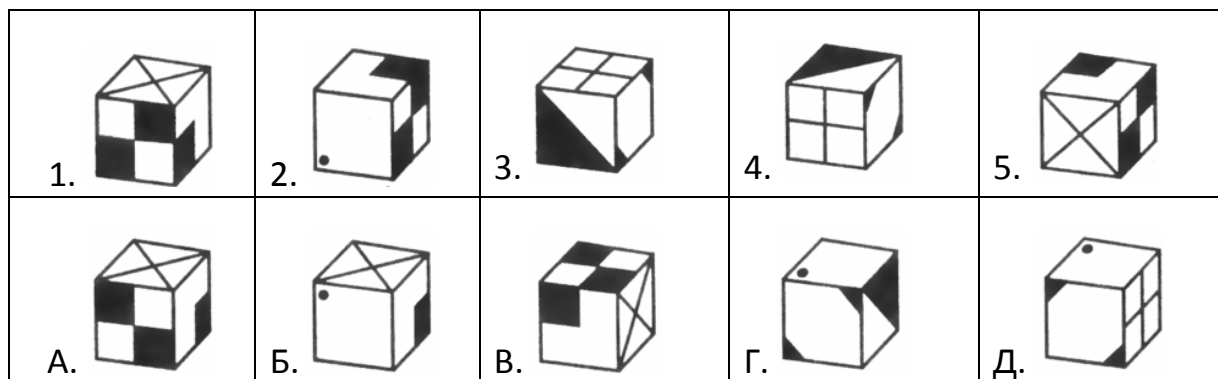


Рис. 11. К задаче 1.4.

1.5. Какими кусочками льда можно быстрее охладить стакан воды (рис. 12)?

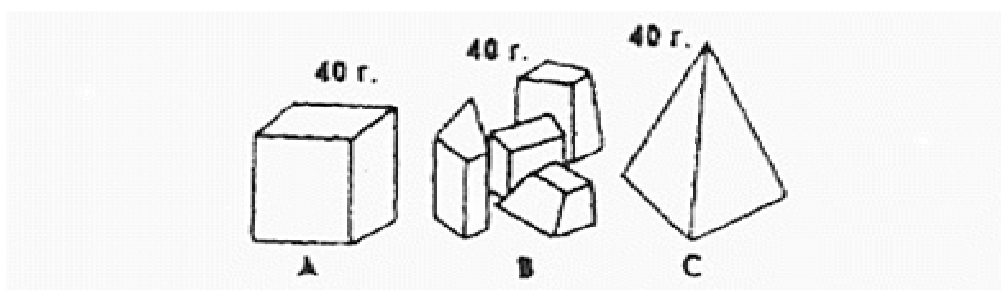


Рис. 12. К задаче 1.5.

## 2. Конструктивное мышление.

Ему свойственно четкое построение определенной математической модели решения задачи, когда необходимо использовать межпредметныезнанияи умения:

2.1. На ремонт конвейеров было затрачено 44 дня, а на ремонт погрузчиков – на 8 дней меньше. Время ремонта мешалок составило  $\frac{7}{12}$  того времени, которое ушло на ремонт погрузчиков. На сколько дней больше длился ремонт конвейеров, чем ремонт мешалок?

2.2. Первому цеху на выполнение заказа требуется на 3 часа меньше, чем третьему, и на 1 час больше, чем второму. При совместной работе первого и второго цехов заказ может быть выполнен на 1 ч 12 минут. Какое время на выполнение заказа будет затрачено при совместной работе всех трех цехов?

2.3. Имеется кусок сплава меди с оловом массой 12 кг, содержащий 55% меди. Сколько чистого олова надо прибавить к этому сплаву, чтобы получившийся новый сплав содержал 30% меди?

2.4. Методом твердотельного моделирования задать трехмерную фигуру: куб (параллелепипед, конус, цилиндр)

Содержание части задач конструктивного направления приведены в приложение 1.

### 3. Научно-исследовательское мышление.

Связано с умением формулировать и решать новые задачи на основе имеющегося практического опыта, умением читать и применять техническую документацию при решении задач, а также умением обосновать принятые решения:

Содержание задач научно-исследовательского направления приведены в приложение 2.

### 4. Экономическое мышление.

Способствует пониманию производственных отношений, что дает твердую основу для осознанного и активного участия в экономическом процессе

Содержание задач экономического направления приведены в приложение 3.

Таким образом, составленный комплекс практико-ориентированных математических задач содержит задачи, условно систематизированные по доминирующим областям деятельности, другими словами, соответствуют составляющим инженерного мышления (техническое, конструктивное, научно-исследовательское, экономическое).

### **2.3. Проведение и результаты педагогического эксперимента**

Педагогический эксперимент по пропедевтике инженерного мышления состоит из 2 частей.

1) С января по май 2016 года на базе Прииртышской средней общеобразовательной школы г.Тобольска в рамках дополнительного образования 25 школьников 7-8 классов посещали занятия по твердотельному моделированию и быстрому прототипированию. Проведение занятий курировала кандидат педагогических наук, доцент Ечмаева Г.А.

Твердотельное моделирование – это технология получения компьютерной модели объемного тела, представляющего собой некоторую совокупность базовых объектов (куб, цилиндр, конус, шар и т.д.) на основе применения некоторых логических операций (вычитания, объединения, пересечения и др.).

Быстрое прототипирование – это уникальная технология, которая позволяет в кратчайшие сроки получить точный макет на основе заранее созданной компьютерной модели.

В эксперименте обучающиеся решали практико-ориентированные задачи, предусматривающие математическое и информационное моделирование, формализацию предметных данных и использование пространственного мышления. Цель данного эксперимента: проверить, насколько решение данных задач способствует развитию пространственного мышления, которое является основой для формирования технического мышления, следовательно, способствует пропедевтике инженерного мышления.

2) В настоящее время (2016-17 учебный год) эксперимент продолжается на базе Тобольского педагогического института им. Д.И. Менделеева в рамках работы научной школы К.В.А.Н.Т.-Тесно. Проведение занятий курируют кандидат педагогических наук, доцент Алексеевнина А.К. и кандидат педагогических наук, доцент Малышева Е.Н.

В эксперименте 14 школьников 7-9 классов из разных школ г. Тобольска занимаются решением практико-ориентированных задач, форма решения и представления которых – проект или исследование. Цель данного эксперимента: проверить, насколько исследовательская и проектная деятельность способствует повышению показателей сформированности компонентов инженерного мышления (понятийный, образный, практический, формальный). В работе используются его промежуточные результаты, так как курс еще продолжается.

Рассмотрим подробнее результаты первой части эксперимента.

Психологическая наука доказала, что, обязательным условием успешного инженера является пространственное мышление. Для оценки его сформированности у испытуемых были выбраны методики на определение уровня развития пространственного воображения и пространственного обобщения. Для этого использовались субтесты немецкого психолога Р. Амтхауэра, которые предназначены для профессиональной диагностики людей с 13-летнего возраста. Субтесты помогают проверить развитие конструктивных, то есть пространственных, способностей как теоретического, так и практического характера. Высокие результаты могут говорить о расположенности испытуемых к профессиям в инженерных сферах.

Субтест «Пространственное воображение» состоит из 20 заданий, связанных с сопоставлением частей плоской фигуры. Пример такого задания «Соедините мысленно части в фигуру и найдите ее среди фигур, расположенных ниже» представлен на рис. 13.

Успешное прохождение этого теста говорит о способности оперировать с двумерными фигурами, что соответствует 1 уровню сформированности образного компонента инженерного мышления.



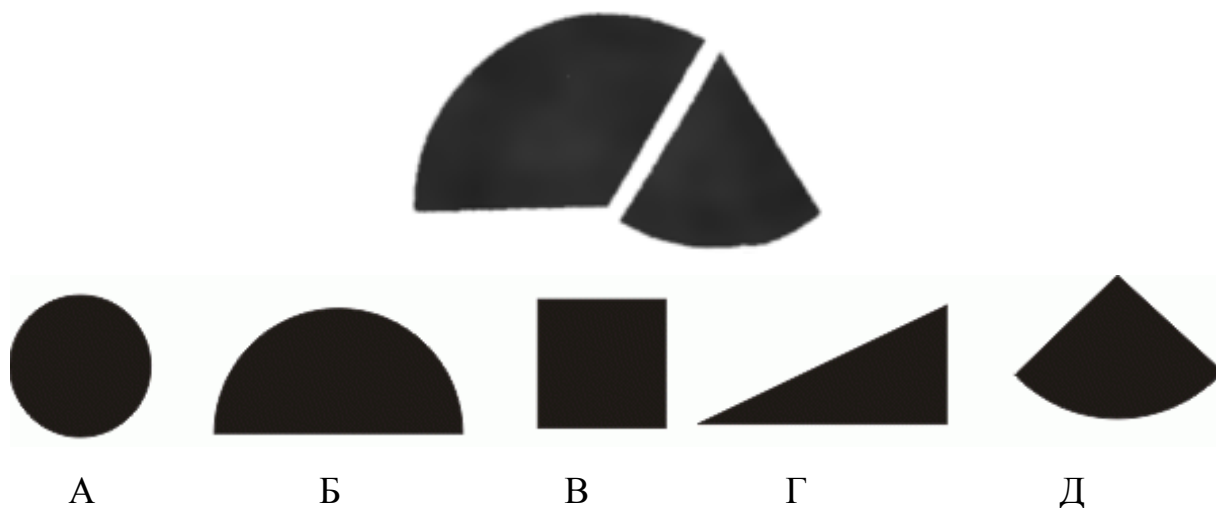


Рис. 13. Пример задания из субтеста «Пространственное воображение»:

Субтест «Пространственное обобщение» состоит также из 20 заданий, которые связаны с сопоставлением сторон кубика. Пример такого задания на рис. 14.

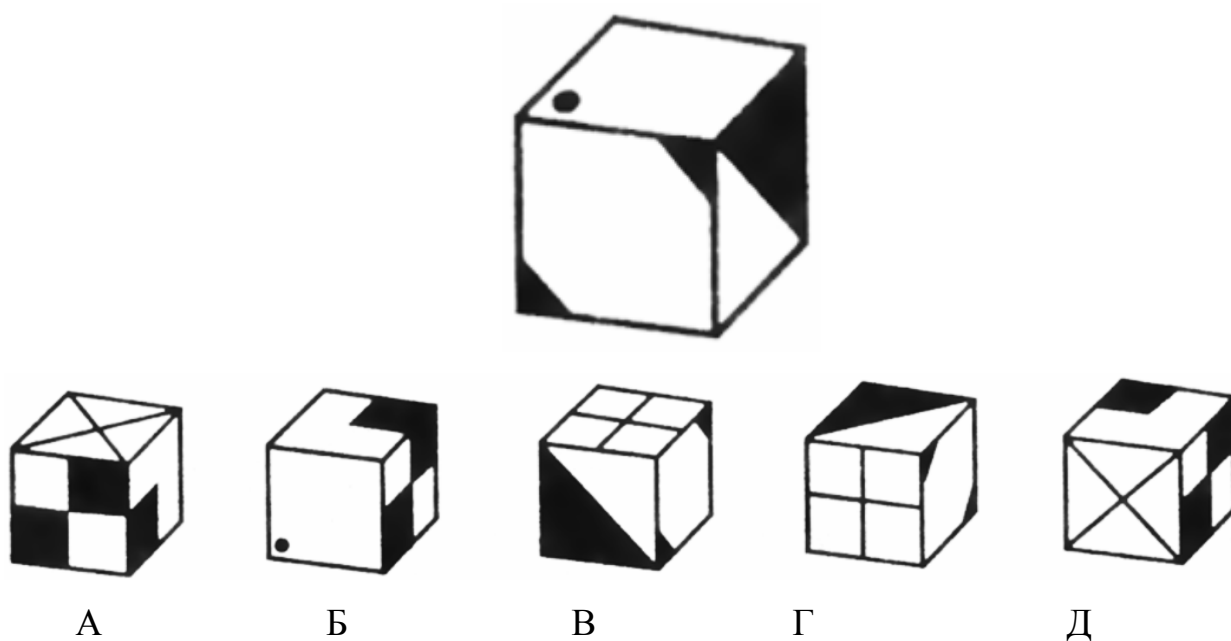


Рис. 14. Пример задания из субтеста «Пространственное обобщение»:  
Какой из представленных ниже кубиков соответствует верхнему кубику?

Прохождение этого теста говорит о способности оперировать с трехмерными объектами. Средний уровень прохождения теста соответствует

2 уровню, а высокий – 3 уровню сформированности образного компонента инженерного мышления.

Результаты **констатирующего этапа** эксперимента показали, что уровень сформированности образного компонента инженерного мышления у обучающихся 7 и 8 классов примерно одинаков (таблица 4-5, рис. 15-16).

Таблица 4.

Уровень развития пространственного воображения на констатирующем этапе эксперимента.

<i>уровень</i>	<i>7 класс</i>	<i>8 класс</i>
Слабый	15,4 % (2 чел.)	-
Средний	46,2 % (6 чел.)	40 % (6 чел.)
Хороший	38,4 % (5 чел.)	53,3 % (8 чел.)
Высокий	-	6,7 % (1 чел.)

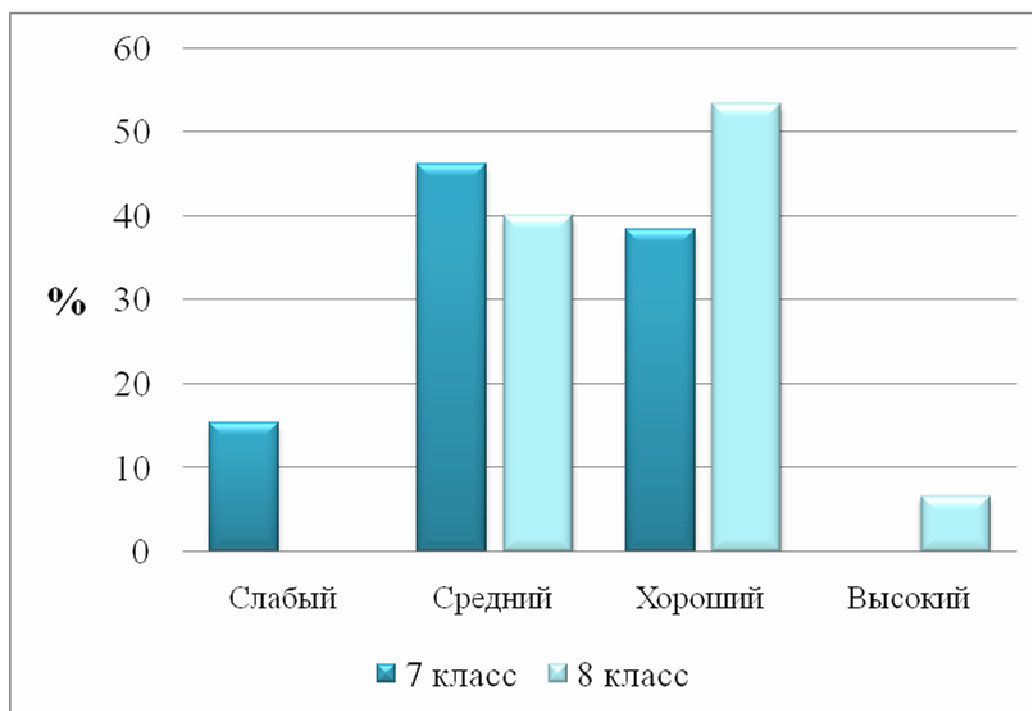


Рис. 15 Диаграмма развития пространственного воображения на констатирующем этапе эксперимента

Уровень развития пространственного обобщения на констатирующем этапе эксперимента.

<i>уровень</i>	<i>7 класс</i>	<i>8 класс</i>
Слабый	38,4 % (5 чел.)	40 % (6 чел.)
Средний	46,2 % (6 чел.)	53,3 % (8 чел.)
Хороший	15,4 (2 чел.)	6,7 % (1 чел.)
Высокий	-	-

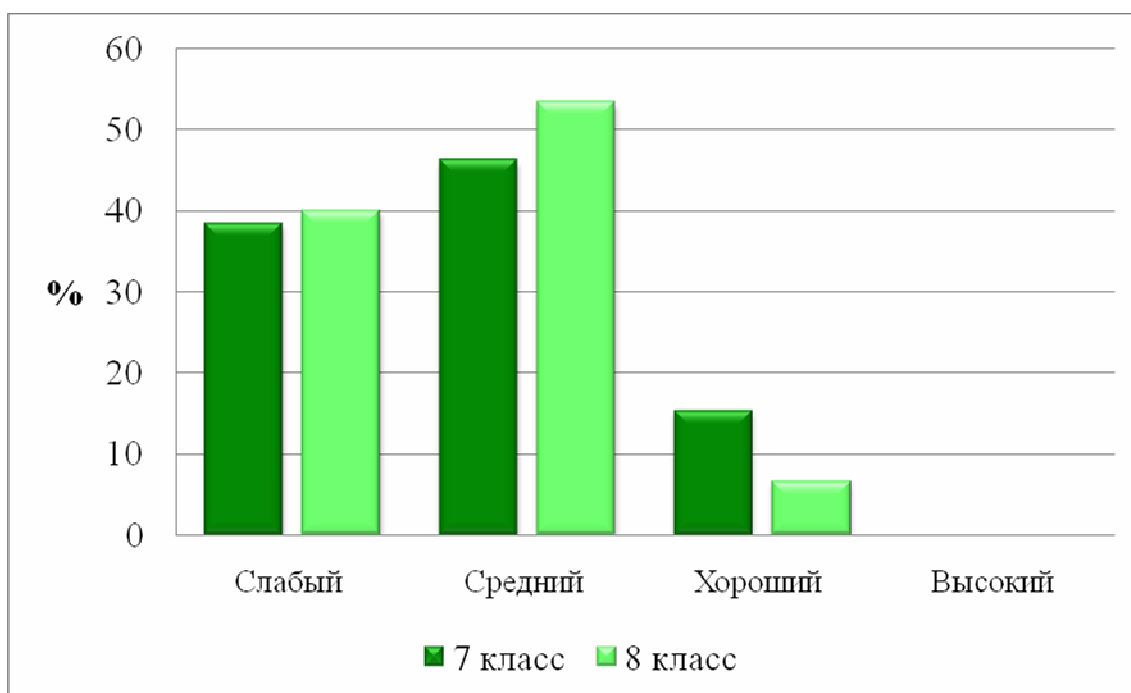


Рис. 16. Диаграмма развития пространственного обобщения на констатирующем этапе эксперимента

Мы видим, что способности к оперированию двумерными образами сформированы на среднем и хорошем уровне у школьников как 8, так и 7 классов. Это можно объяснить базовыми знаниями из курса математики. Способности к оперированию трехмерными образами представлены преимущественно на низком и среднем уровне как в 7, так и в 8 классах. Высокий уровень – не выявлен ни у одного испытуемого. По мнению кураторов, это объясняется тем, что в курсе математики (геометрии) темы,

рассматривающие пространственные фигуры (многогранники и тела вращения) изучаются в основном в старших классах, а материала систематического курса математики для этого не хватает.

На **формирующем** этапе эксперимента было проведено 18 занятий (36 академических часов) с *экспериментальной группой* обучающихся 7 классов. Обучающиеся 8 классов выступали в качестве *контрольной группы*.

На занятиях школьники решали задачи математического моделирования реальных трехмерных объектов в соответствии с его этапами:

- анализ условий (математизация), заключающийся в описании объекта моделирования категориями математической науки;
- построение математической модели объекта (формализация), заключающееся в выделении в объекте типичных, базовых элементов, для которых существует формальное математическое описание;
- выбор решения в данных условиях, заключающийся в построении данной математической модели на компьютере в графическую трехмерную модель в соответствующей программе. В данном случае использовалась программная среда OpenSCAD, совместимая с техническим средством реализации твердотельного моделирования – 3D принтером. Среда OpenSCAD является свободно-распространяемым программным обеспечением и кроссплатформенным продуктом, то есть, не зависит от операционной системы ПК;
- интерпретация результата моделирования заключалась в реализации построенной модели на 3D принтере.

Примеры решения такого рода практико-ориентированных задач приведены на рис. 17, 18.

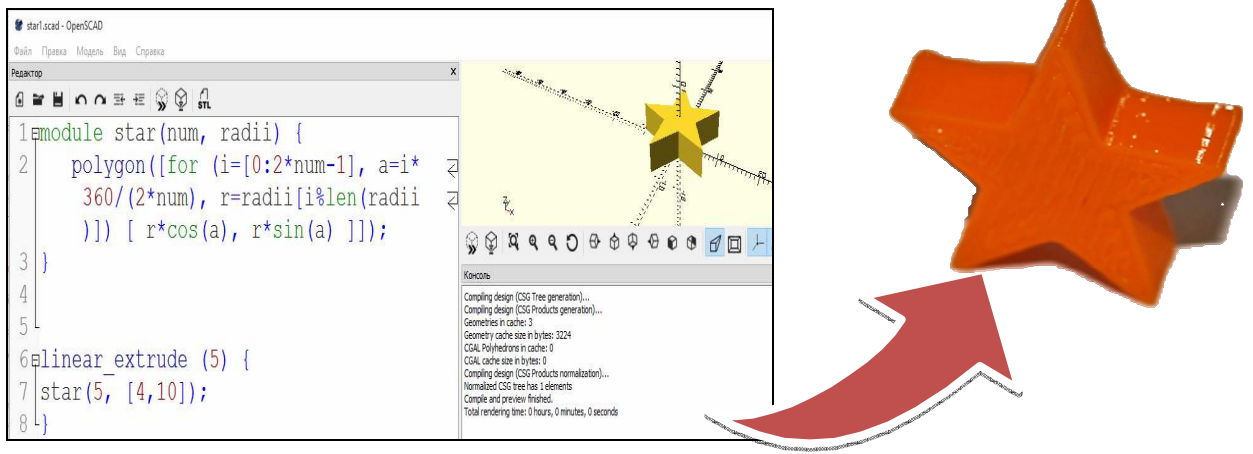


Рис. 17. Моделирование объекта «Звезда».

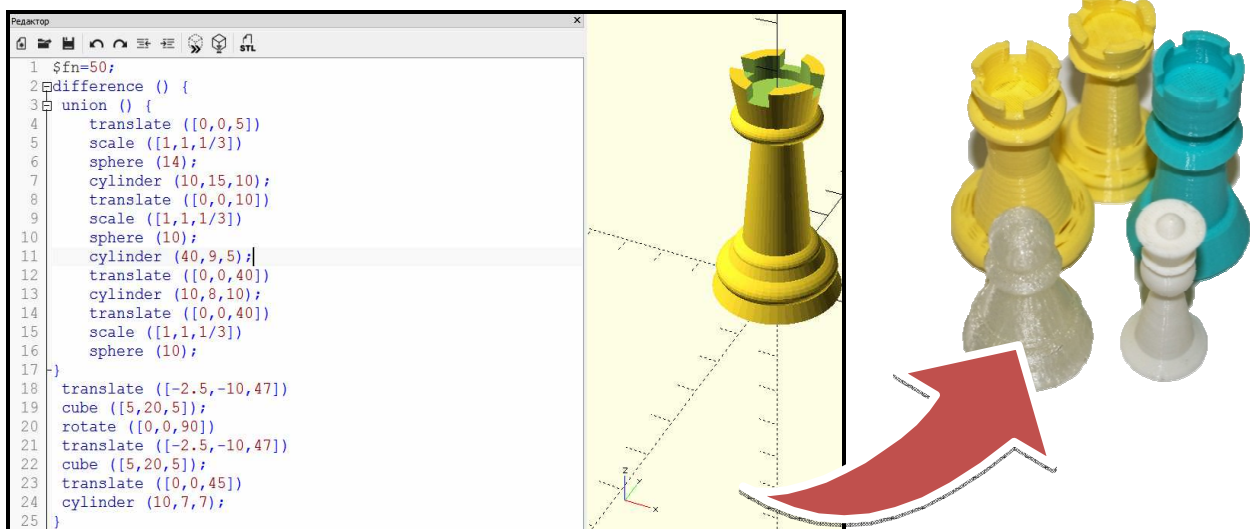


Рис. 18. Моделирование объекта «Шахматная фигура».

**Контрольный этап** эксперимента предполагал повторное проведение субтестов Р. Амтхауэра для определения уровней пространственного воображения и пространственного обобщения в контрольной и экспериментальной группе. Контрольная группа не показала качественного роста образного компонента сформированности инженерного мышления. Результаты проведения субтестов в экспериментальной группе показаны ниже (таблицы 6-7 и рис. 19-20).

Таблица 6.

Динамика развития пространственного воображения обучающихся экспериментальной группы

<i>уровень</i>	<i>Констатирующий этап</i>	<i>Контрольный этап</i>
Слабый	15,4 % (2 чел.)	-
Средний	46,2 % (6 чел.)	30,8 % (4 чел.)
Хороший	38,4 % (5 чел.)	46,2 % (6 чел.)
Высокий	-	23,0 5 (3 чел.)

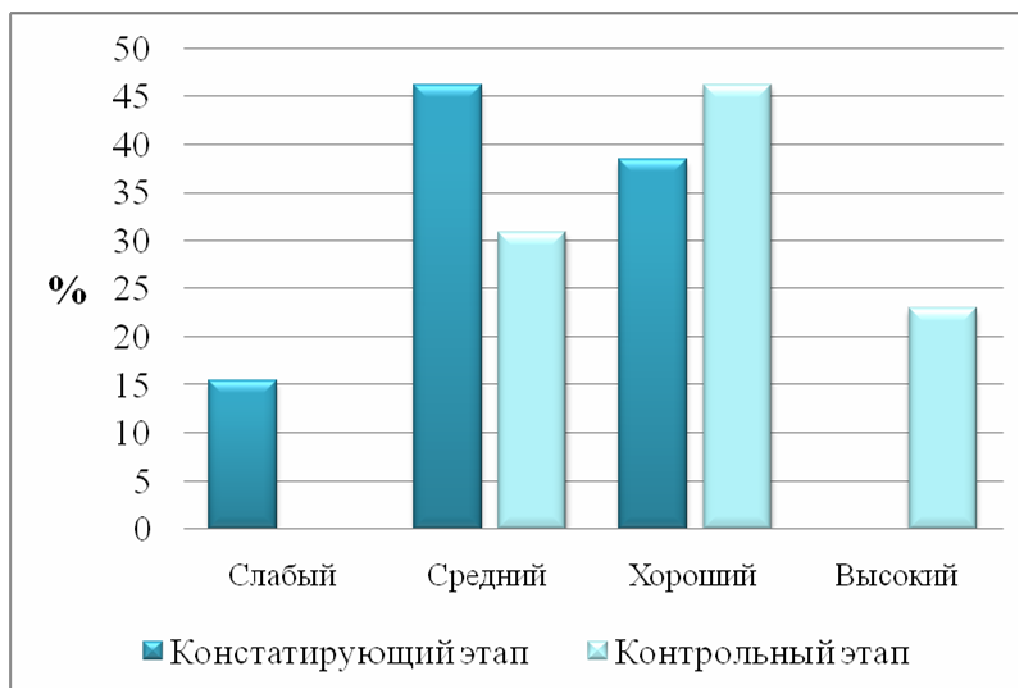


Рис. 19. Диаграмма динамики развития пространственного воображения обучающихся экспериментальной группы

Таблица 7.

Динамика развития пространственного обобщения обучающихся экспериментальной группы

<i>уровень</i>	<i>Констатирующий этап</i>	<i>Контрольный этап</i>
Слабый	38,4 % (5 чел.)	7,7 % (1 чел.)
Средний	46,2 % (6 чел.)	30,7 % (4 чел.)
Хороший	15,4 % (2 чел.)	46,2 % (6 чел.)
Высокий	-	15,4 % (2 чел.)

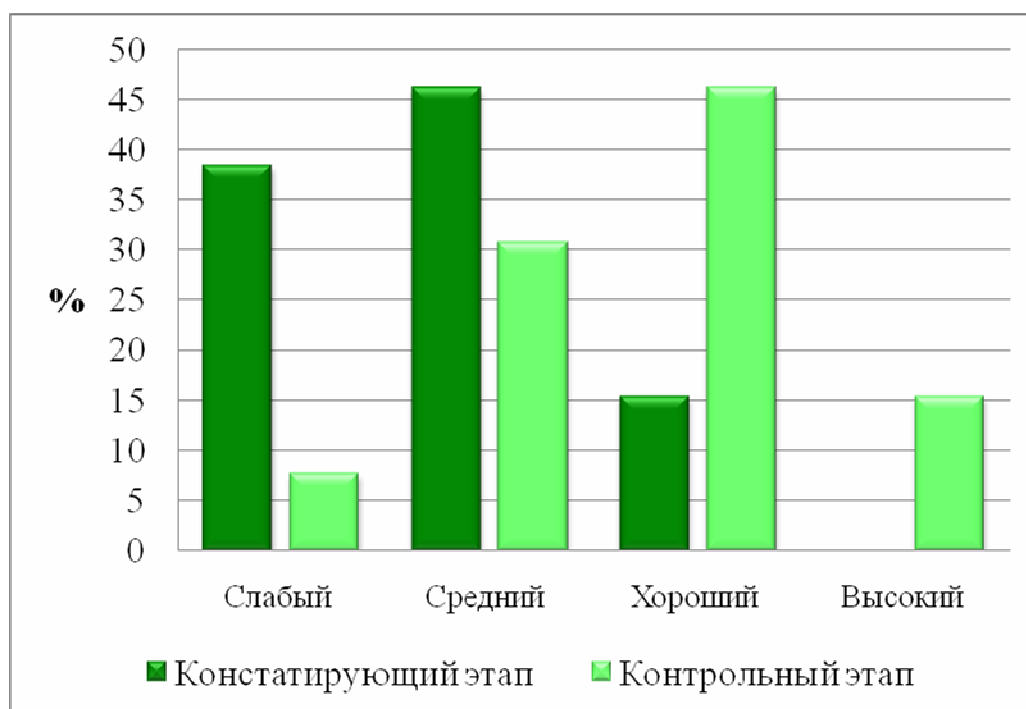


Рис. 20. Диаграмма динамики развития пространственного обобщения обучающихся экспериментальной группы

Как видим, наблюдается положительная динамика результатов, как по первому субтесту (оперирование с двумерными объектами), так и по второму субтесту (оперирование с трехмерными объектами).

Результаты педагогического эксперимента, в том числе, наблюдаемые педагогические эффекты эксперимента, продолжающегося в настоящее время, позволяют сделать следующие выводы:

1) практико-ориентированные задачи, связанные с твердотельным моделированием и быстрым прототипированием, позволяют школьникам в опережающем режиме и на доступном уровне освоить сложные математические категории, лежащие в основе развития пространственного мышления;

2) они позволяют использовать знания из разных предметных областей (программирование, графические информационные технологии, основы работы технического устройства – 3D принтера), сопоставить математическим понятиям средства программирования и компьютерного моделирования, а также технологии обработки материалов;

3) необходимость использования при решении данного рода практико-ориентированных задач видов деятельности, которые характеризуются такими свойствами, как политехничность, конструктивность, научно-теоретические методы познания, преобразование предметов и веществ, творчество и социально-позитивный характер, дает возможность расширить полученные выводы на остальные компоненты инженерного мышления.

Таким образом, результаты проведенного эксперимента показали, что решение практико-ориентированных математических задач способствует развитию компонентов инженерного мышления, следовательно, являются средством его пропедевтики в основной школе, что подтверждает выдвинутую в процессе исследования гипотезу.

### **Выводы по 2 главе.**

Существуют различные типы практико-ориентированных задач, но основным математическим методом их решения является метод математического моделирования. Решение задачи при этом происходит в 4 этапа: математизация (анализ условия); формализация (построение математической модели условия; внутримодельное решение; интерпретация (истолкование, разъяснение) результата. Практико-ориентированные математические задачи должны соответствовать таким принципам, как соответствие познавательным способностям обучающихся, доступность и достоверность. Их применение требует от учителя серьезной подготовки.

Нами составлен комплекс практико-ориентированных математических задач. Он содержит задачи, условно систематизированные по доминирующим областям деятельности, другими словами, соответствуют составляющим инженерного мышления (техническое, конструктивное, научно-исследовательское, экономическое).

Цель педагогического эксперимента – проверка того, насколько решение практико-ориентированных математических задач способствует



развитию пространственного мышления, которое является основой для формирования технического мышления, следовательно, способствует пропаганде инженерного мышления.

Нами использовались задачи по твердотельному моделированию и быстрому прототипированию, решение которых осуществлялось в соответствии с принципами метода математического моделирования.

Эксперимент включал в себя констатирующий, формирующий и контрольный этапы. Диагностика пространственного мышления как основы для развития инженерного мышления, проводилась по методике немецкого психолога Р.Амтхауэра и включала 2 субтеста: «Пространственное воображение», «Пространственное обобщение».

Результаты проведенного эксперимента определили рост показателей образного компонента инженерного мышления. Это позволило сделать вывод о том, что решение практико-ориентированных математических задач способствует развитию компонентов инженерного мышления, следовательно, являются средством его пропаганды в основной школе, что подтверждает выдвинутую в процессе исследования гипотезу.

## Заключение

Бурное развитие экономики формирует новые требования, предъявляемые к выпускникам школ. Препедевтика инженерного мышления представляет собой важный аспект школьного образования. Выпускник должен обладать надпрофессиональными навыками и умениями: нестандартно решать задачи, критически относиться к результатам своей деятельности, искать новые пути решения проблемы, стремиться к автоматизации и оптимизации своего труда путем проектирования и моделирования изучаемых систем. Такие качества являются необходимыми условиями для успешного освоения инженерных профессий.

Под инженерным мышлением мы понимаем особый вид мышления, формирующийся и проявляющийся при решении инженерных задач. Инженерное мышление позволяет быстро, точно и оригинально решать как ординарные, так и неординарные задачи в определенной предметной области, направленные на удовлетворение технических потребностей в знаниях, способах, приемах, с целью создания технических средств и организации технологий. Оно характеризуется как политехническое, конструктивное, научно-теоретическое, преобразующее, творческое, социально-позитивное.

Существуют разные подходы к классификации мышления: по происхождению, степени развернутости, степени новизны и оригинальности, функциям, средствам, характеру решаемых задач, по виду доминирующей деятельности. Особенностью инженерного мышления является то, что оно представляет собой синтез разных видов мышления, которые между собой диалектически связаны и в зависимости от ситуации доминируют его разные виды, а именно: техническое, научно-исследовательское, конструктивное и экономическое.

В качестве критерия сформированности инженерного мышления можно взять умение решать практико-ориентированные задачи, предполагающие использование политехнических, конструкторских, научно-исследовательских и творческих знаний и умений, связанных с социально-позитивным преобразованием окружающего мира. По способности к решению практико-ориентированных задач мы выделили и охарактеризовали три уровня развития инженерного мышления: низкий, средний, высокий.

Анализ понятия инженерного мышления позволил выделить в нем понятийный, образный, практический и формальный компоненты, для которых нами были определены показатели по трем уровням сформированности.

Анализ психолого-педагогической литературы позволил сделать вывод о том, что именно школьный возраст является основой для формирования инженерного мышления. Его становление происходит на протяжении всей профессиональной жизни человека: начинается с дошкольного и школьного периода образования и в наиболее полной мере формируется в профессиональном обучении и профессиональной деятельности. Базовое школьное образование, направленное на формирование универсальных учебных действий, является пропедевтическим в этом процессе.

Для пропедевтики инженерного мышления у школьников необходимы: направленный отбор и систематизация содержания учебного материала, которые позволят повысить уровень будущих выпускников без ущерба основной программе; отбор практико-ориентированных задач с учетом потребностей города; учет дидактических, методических и личностных условий, которые позволят развить стремление к самостоятельной деятельности, к свободе выбора средств и методов деятельности, составлению оптимального плана деятельности, к анализу и коррекции ее результата.

Практико-ориентированные задания способствуют ознакомлению учащихся с разнообразным математическим материалом, имеющим прикладной характер и развивающим творческие способности и познавательные интересы учащихся. В различных источниках их называют по-разному: компетентностные, контекстные, ситуационные, сюжетные, практико-направленные, компетентностно-ориентированные, учебно-практические. Их цель - формирование умений действовать в социально-значимой ситуации.

Под практико-ориентированными математическими задачами мы понимаем математические задачи, в содержании которых описаны ситуации из окружающей действительности, связанные с формированием практических навыков использования математических знаний и умений, и позволяющие проверять уровень сформированности различных компетенций.

Использование таких задач требует от учителя тщательной подготовки: знания особенностей протекания различных производственных процессов, с одной стороны, и закономерностей пропедевтики инженерного мышления у обучающихся, с другой стороны.

Существуют различные типы практико-ориентированных задач, но основным математическим методом их решения является метод математического моделирования. Решение задачи при этом происходит в 4 этапа: математизация (анализ условия); формализация (построение математической модели условия; внутримодельное решение; интерпретация (истолкование, разъяснение) результата. Практико-ориентированные математические задачи должны соответствовать таким принципам, как соответствие познавательным способностям обучающихся, доступность и достоверность. Их применение требует от учителя серьезной подготовки.

Нами составлен комплекс практико-ориентированных математических задач. Он содержит задачи, условно систематизированные по доминирующим областям деятельности, другими словами, соответствуют

составляющим инженерного мышления (техническое, конструктивное, научно-исследовательское, экономическое).

Целью педагогического эксперимента была проверка того, насколько решение практико-ориентированных математических задач способствует развитию пространственного мышления, которое является основой для формирования технического мышления, следовательно, способствует пропедевтике инженерного мышления.

Нами использовались задачи по твердотельному моделированию и быстрому прототипированию, решение которых осуществлялось в соответствии с принципами метода математического моделирования.

Эксперимент включал в себя констатирующий, формирующий и контрольный этапы. Диагностика пространственного мышления как основы для развития инженерного мышления, проводилась по методике немецкого психолога Р.Амтхауэра и включала 2 субтеста: «Пространственное воображение», «Пространственное обобщение».

Результаты проведенного эксперимента определили рост показателей образного компонента инженерного мышления. Это позволило сделать вывод о том, что решение практико-ориентированных математических задач способствует развитию компонентов инженерного мышления, следовательно, являются средством его пропедевтики в основной школе, что подтверждает выдвинутую в процессе исследования гипотезу.

## Литература

1. Атлас новых профессий. – URL: <http://atlas100.ru/>. (Дата обращения: 15.12.2016).
2. Бершадский, М.Е., Гузеев В.В. Дидактические и психологические основания образовательной технологии / М.Е.Бершадский, В.В.Гузеев. – М.: Центр «Педагогический поиск», 2007. – 256 с.
3. Беспалько, В.П. Слагаемые педагогической технологии / В.П.Беспалько. – М.: Просвещение, 2009. – 289 с.
4. Большая советская энциклопедия. В 30-ти т. / Под ред. А.М. Прохорова – М.: Советская энциклопедия , 1976. – Т. 24 - 608 с.
5. Бордовская Н.В. Педагогика: Учеб.для вузов / Н.В.Бордовская, А.А.Реан. – СПб.: Питер, 2010. – 679 с.
6. Брушлинский А.В., Поликарпов В.А. Мышление и общение. – Самара: Самар. Дом печати, 1999. – 128 с.
7. Брушлинский А.В., Тихомиров О.К. О тенденциях развития современной психологии мышления // Национальный психологический журнал - 2013. - №2(10) - с.10-16.
8. Варданын С.С. Задачи по планиметрии с практическим содержанием: Кн. Для учащихся 6-8 кл. ср. шк. / под ред. В.А. Гусева. М.: Просвещение, 1989. 144 с.
9. Гальперин П. Я. Развитие исследований о формировании умственных действий / Психологическая наука в СССР: В 2-х т. М.: Изд-во АПН РСФСР, 1959.-Т. 1.-240 с.
10. Гальперин П.Я. Поэтапное формирование умственной деятельности. М.: МГУ, 1965.-238 с.
11. Гафурова Н.О. Проектный метод / О.Н.Гафурова, Е.Ю. Чурилова // Методист. – 2012. – №9. – С. 27-30.

12. Гиппенрейтер Ю.Б. Введение в общую психологию. Курс лекций. – М.: «ЧеРо», при участии издательства «Юрайт», 2001. – 336 с.
13. Гордиенко О.В., Кулаева Г.М. Компетентностно-ориентированные задания как средство диагностики сформированности профессиональных компетенций студентов // Педагогическое образование в России. – 2015. – № 5. – С. 93-98.
14. Гузев В.В. Планирование результатов образования и образовательная технология / В.В.Гузев. – М.: Народное образование, 2010. – 240 с.
15. Гуткин Л.И. Сборник задач по математике с практическим содержанием. М.: Высшая школа, 1968. 112 с.
16. Дидактика средней школы: Некоторые проблемы современной дидактики./ Под ред. М.Н.Скаткина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Просвещение, 2012. – 319 с.
17. Донцова Т.В., Арнаутков А.Д. Формирование инженерного мышления в процессе проектной деятельности // Инженерное образование. – 2014. – № 16. – С. 70-75.
18. Дружинин В.Н. Психология общих способностей. – СПб.: Питер, 2002. — 368 с.
19. Дума Е.А. Уровни сформированности инженерного мышления /Е.А. Дума, К.В. Кибеева, Д.А. Мустафина, Г.А. Рахманкулова, И.В. Ребро//Успехи современного естествознания. – 2013– №10
20. Егупова М.В. Методическая система подготовки учителя к практико-ориентированному обучению математике: дис. ... д-ра пед. наук. М., 2014.
21. Зимняя И.А. Ключевые компетентности как результативно-целевая основа компетентностного подхода в образовании / И.А. Зимняя. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2004. – 140 с.

22. Зимняя И.А. Педагогическая психология: Учебник для вузов. – М.: Логос, 2004. – 384 с.
23. Использование практико-ориентированных заданий при обучении математике с целью развития математической грамотности школьников. – URL: <http://collegu.ucoz.ru/publ/39-1-0-16692>. (дата обращения: 22.10.16).
24. Истомина Н. Б. Методика обучения математике в начальных классах. Учеб.пособие для студ. сред. и высш. пед. учеб. заведений. – 5-е изд. / Н. Б. Истомина. – М.: Издательский центр «Академия», 2002. – 288 с.
25. История философии: Учебник для вузов / Под ред. А.С. Колесникова. – СПб.: Питер, 2010. — 656 с.
26. Колесникова И.А. Педагогическое проектирование: Учебное пособие / И.А.Колесникова. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 288 с.
27. Колеченко А.К. Энциклопедия педагогических технологий: Пособие для преподавателей / А.К.Колеченко. – СПб.: КАРО, 2011. – 368 с.
28. Корнетов, Г.Б. История педагогики / Г.Б.Корнетов. – М.: Дрофа, 2009. – 194 с.
29. Корощенко Н.А. Математические задачи с региональным содержанием Тюменского края. Пособие для учителей математики. – Тобольск: Изд.ТГПИ им. Д.И. Менделеева, 2010. – 140 с.
30. Кудрявцев Т. В. Психология технического мышления: Процесс и способы решения технических задач. – М.: Педагогика, 1975. 260 с.
31. Леонтьев А.Н. Мышление // Филос. Энцикл. М.: Знание, 1964. Т.3. -С. 514-519.
32. Лысак В.И., Гоник И.Л., Фетисов А.В., Юрова О.В., Текин А.В. Формирование инженерного мышления в процессе подготовки специалистов: традиционный подход и вызовы современности // Инженерное образование. – 2014. – № 15. – С. 216-223.
33. Мавлютова А.И. Развитие математической речи учащихся в ходе работы над задачей // Международный студенческий научный вестник. –



2016. – № 3-2. – С. 294-295; URL: <http://eduherald.ru/ru/article/view?id=14967>.  
(Дата обращения: 11.11.2016).
34. Математика и математическое образование в современном мире. В сб. Математика в образовании и воспитании / Арнольд В.И.; под.ред. В.Б. Филиппов. М.: Фазис, 2000. 256 с.
35. Машарова Т.В. Педагогические теории, системы и технологии обучения. – М.: Просвещение, 2009. – 218 с.
36. Методика и технология обучения математике. Курс лекций: пособие для вузов / Под.научн.ред. Н.Л. Стефановой, Н.С. Подходовой. – М.: Дрофа, 2005. – 416 с.
37. Мижериков В.А. Введение в педагогическую деятельность / В.А.Мижериков. – М.: Педагогическое общество России, 2009. – 268 с.
38. Мишанкина Т.В. Развитие технического мышления учащихся в процессе трудового обучения (курсовой проект). – URL: <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=648557>. (Дата обращения: 21.03.2016)
39. Мурылёв А.В. О некоторых аспектах применения компетентностно-ориентированных заданий на уроках биологии // Новое слово в науке: перспективы развития. – 2015.–№ 1 (3). – С. 62-63.
40. Мустафина Г.А. Мустафина Д.А. Короткова Н.Н. Преодоление формализма знаний студентов технического вуза через формирование инженерного мышления // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2009. – № 6. – С. 113-116.
41. Мустафина Д.А. Негативное влияние формализма в знаниях студентов при формировании инженерного мышления // Инженерное образование. – 2011. – № 7. – С. 10-15.
42. Немов Р.С. Психология: учеб.для студентов высш. пед. учеб. заведений: в 3 кн. Кн.3. Психодиагностика. Введение в научное психологическое исследование с элементами математической статистики. – 3-е изд. – М.: ВЛА ДОС , 1998. – 632 с.

43. Ниезбокиев С.К. Педагогические условия формирования инновационного мышления у студентов инженерно-технологического профиля в условиях реализации кредитной технологии обучения в вузе. Автореф. дисс. канд. пед. наук. – Душанбе 2009.- 174 с.

44. О'Коннор Д. Искусство системного мышления: Необходимые знания о системах и творческом подходе к решению проблем/ Джозеф О'Коннор и ИанМакдермотт; Пер. с англ. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. – 256 с.

45. Олейникова О.Н., Муравьева А.А. Разработка модульных программ, основанных на компетенциях. // Учебное пособие. – 2015 – С. 160.

46. Педагогика / Под редакцией Ю.К. Бабанского. – М: Просвещение, 2007. – 694 с.

47. Петровский А.В., Ярошевский М.Г. Психология: Учебник для студ.высш.пед.учеб.заведений. – 3-е изд., стереотип. – М.: Издательский центр «Академия», 2002. – 512 с.

48. Подласый, И.П. Педагогика. Новый курс: Учебник для студ. пед. вузов: В 2 кн. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2012. – Кн. 1: Общие основы. Процесс обучения. – 576(747) с.

49. Пойа Д. Математическое открытие / Д. Пойа. М.: Наука, 1970.

50. Попков В.А., Коржуев А.В. Дидактика высшей школы: Учебное пособие для студентов высших педагогических учебных заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2001. – 136 с.

51. Практико-ориентированные задачи: структура, уровни сложности и алгоритм их составления[Электронный ресурс]. URL: <http://festival.1september.ru/articles/642510/>(дата обращения: 25.11.14).

52. Прокопьев А.А., Корянов А.Г. Социально – экономические задачи. «Легион». Ростов на Дону, 2016

53. Пропедевтика формирования инженерной культуры учащихся в условиях модернизации российского образования: сборник статей. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.

54. Рахманкулова Г.А., Кузьмин С.Ю. Мустафина Д.А., Ребро И.В. Формирование инженерного мышления студентов через исследовательскую деятельность: коллективная монография.
55. Рейнгард И.А. Сборник задач по геометрии и тригонометрии с практическим содержанием. М.: Учпедгиз, 1960. 116 с.
56. Рогачева, Е.Ю. Педагогическое творчество Дж.Дьюи в чикагский период / Е.Ю.Рогачева //Педагогика. – 2007. – №5. – С.90-96.
57. Рубинштейн С. Л. О мышлении и путях его исследования -М.: АН СССР, 1958.- 147 с.
58. Сазонова З.С. Развитие инженерного мышления – основа повышения качества образования: учеб.пособие / З.С. Сазонова, Н.В. Чечеткина; МАДИ (ГТУ). – М., 2007. – 195 с.
59. Слостенин В.А. и др. Педагогика: Учеб.пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. – М.: Академия, 2009. – 576 с.
60. Словарь русского языка: 53000 слов / под общ.ред. проф.С.И. Ожегова.
61. Стойлова Л.П. Математика / Л.П. Стойлова. – М.: Академия, 2007. – 432 с.
62. Талызина Н.Ф. Педагогическая психология / Н. Ф. Талызина. – М.: Изд. центр «Академия», 1998. – 288 с.
63. Уровни сформированности инженерного мышления / Дума Е.А., Кибаева К.В., Мустафина Д.А., Рахманкулова Г.А., Ребро И.В. // Успехи современного естествознания. - 2013. - № 10. - С. 143-144.
64. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования. Требования к условиям реализации основной образовательной программы основного общего образования [Текст] : прил. к приказу Минобрнауки России от 17 дек. 2010 г. № 1897 // Вестник образования России. – 2011. – № 16. – С. 51–63.
65. Формирование инженерного мышления в процессе обучения: материалы междунар. науч.-практ. конф., 7-8 апреля 2015 г., Екатеринбург,

Россия : / Урал. гос.пед.ун-т; отв. ред. Т.Н. Шамало. – Екатеринбург: [б.и.], 2015. – 284 с.

66. Формирование системного мышления в обучении: Учебное пособие для вузов/Под редакцией профессора З.А. Решетовой. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 344 с.

67. Фридман Л.М. Теоретические основы методики обучения математике. М.: Либроком, 2009. 248 с.

68. Харламов И.Ф. Педагогика /И.Ф.Харламов – М.: Академия, 2010. – 734 с.

69. Хуторской, А.В. Ключевые компетенции как компонент личностно ориентированной парадигмы образования / А.В. Хуторской // Народное образование. – 2003. – №2. – С. 58-65.

## Приложение 1

### Практико-ориентированные математические задачи на развитие конструктивного мышления

2.5. Рассмотрим теперь задачу на максимизацию. Для изготовления двух видов изделий А и В завод расходует в качестве сырья сталь и цветные металлы, запас которых ограничен. На изготовлении указанных изделий заняты токарные и фрезерные станки в количестве, указанном в таблице 1.

Таблица 1.

Затраты на одно изделие		А	В	Ресурсы
	Сталь (кг)	20	80	280
	Цветные металлы (кг)	10	50	400
	Токарные станки (кол-во)	300	400	3000
	Фрезерные станки (кол-во)	400	200	2800
Прибыль на одно изделие (в тыс.руб.)		6	7	

Необходимо определить план выпуска продукции, при котором будет достигнута максимальная прибыль, если время работы фрезерных станков используется полностью.

2.6. В романе Жюль Верн «Дети капитана Гранта» читаем: «Погода стояла прекрасная, не слишком жаркая...Роберт узнал, что средняя годовая температура в провинции Виктория  $+77^{\circ}$  по Фаренгейту».

1. Сколько это будет в привычных для нас градусах Цельсия? На рисунке1 изображен перевод градусов.

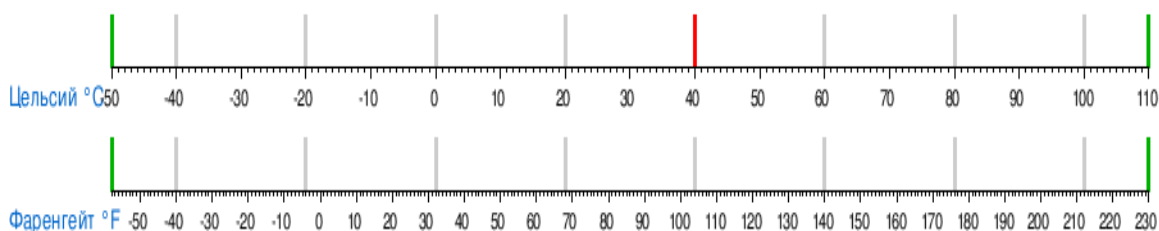


Рис. 1. К задаче 2.6. Диаграмма перевода температур.

2. Температура воздуха изменялась в течение дня от  $7^{\circ}$  до  $26^{\circ}$  Цельсия. На рисунке 2 изображен график изменения температуры. Определите температуру в 17.00. Запишите ответ в градусах по Фаренгейту.

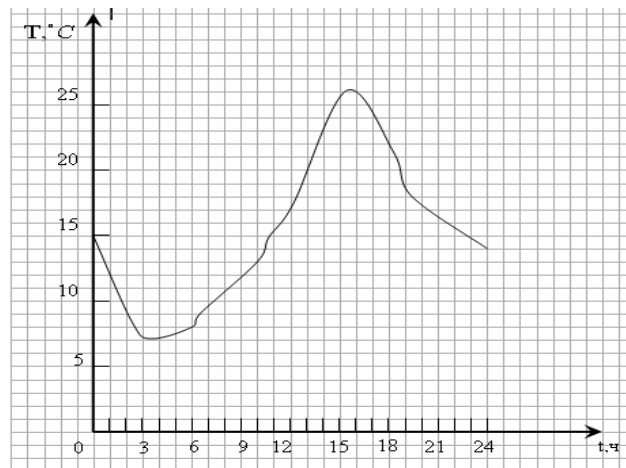


Рис. 2. К задаче 2.6.График изменения температуры

3. Проверить правильность своих ответов с помощью формулы перевода температуры в градусах по Фаренгейту, если известна температура

по Цельсию  $F = \frac{9}{5}C + 32$ .

2.7. Вы- начинающий частный предприниматель, приобрели в кредит два станка по обработке деталей: токарный и револьверный. Вам приходит сразу два заказа на изготовление партии деталей, один заказ составляет 40 деталей, другой 6 деталей. На каком станке выгоднее выполнить данные заказы?

1.Прочитайте внимательно текст: «Производительность труда». Выпишите из текста ту информацию, которая поможет вам ответить на вопрос.

2. Используя данную информацию, сделать необходимые вычисления, поясняя словесно, что вы этим вычислением узнаете.

3.На основе полученных данных, сделать выбор станка для каждой партии заказов и записать:

Партию из 6 деталей я обработаю на\_\_\_\_\_

Партию из 40 деталей я обработаю на\_\_\_\_\_

## Текст «Производительность труда»

Под производительностью труда понимают количество продукции, произведенное в единицу времени. Чем меньше времени тратится на изготовление детали, тем выше производительность труда. Производительность труда зависит от конструкции станка и его технического состояния, квалификации станочника, оснащенности станка необходимым режущим и вспомогательным инструментом, от применения прогрессивной технологии и т.д. Производительность труда рабочего определяется количеством заготовок, обрабатываемых на данном рабочем месте, в единицу времени (час или смену).

Штучное время — Тшт технически обоснованная норма времени, необходимая для выполнения данной технологической операции при использовании современных методов обработки на основе передовой техники и опыта новаторов производства.  $T_{шт} = T + T_v + T_o + T_0$ , где  $T$  — основное (машинное) время, в течение которого осуществляется изменение размеров, формы и шероховатости поверхности обрабатываемой заготовки;  $T_v$  — вспомогательное время, затрачиваемое на выполнение действий вспомогательного характера (на управление станком, установку, закрепление и снятие детали, подвод и отвод режущего инструмента, измерение детали и т.д.); сумма  $T_o + T_v$  — оперативное время; — время, затрачиваемое на обслуживание станка в процессе работы (смазывание, удаление стружки, смена инструмента);  $T_0$  — время организационного обслуживания, затрачиваемое на подготовку станка к работе в начале смены и на уборку его в конце смены, а также на передачу станка сменщику; Тшт для токарного станка составляет 5 минут, для револьверного это же время составляет 2 минуты.

Прежде чем приступить к работе, рабочему требуется затратить некоторое время на изучение чертежа, наладку станка, приспособления и инструмента, получить консультацию у мастера. Это время называют

подготовительно-заключительным —  $T_{п.з.}$ . Полное (калькуляционное) время —  $T_k$ , необходимое для выполнения операции при обработке заготовки детали, определяют по формуле  $T_k = T_{шт} * N + T_{п.з.}$ , где  $N$  — количество деталей в партии.  $T_{п.з.}$  для токарного станка составляет 12 минут, это же время для револьверного станка составляет 42 минуты.



## Приложение 2

### Практико-ориентированные математические задачи на развитие научно-исследовательского мышления

3.1. Необходимо исследовать возможность совершить покупку, на приобретение которой пока нет денежных средств. Что выгоднее – заработать и накопить, сохраняя деньги в «копилке», заработать и накопить, открыв счет в сбербанке; совершить покупку в кредит, выплачивать который нужно будет из заработанных средств? Какие виды кредитов более выгодны? Соответствие цены и качества. Проведение необходимых расчетов по погашению кредита. Финансовые издержки (сколько денежных средств затрачено дополнительно на оплату кредита, что кажется учащемуся более выгодным и правильным – покупка в кредит, или накопление денежных средств на счете в банке, а затем совершение покупки).

Учащиеся получают так же необходимые дополнительные разъяснения об основах трудового законодательства для несовершеннолетних и возрасте, начиная с которого они могут получить кредит.

3.2. Творческое задание при изучении темы «Площадь и периметр». Исследование может включать разделы: фотографии жилых помещений; планы жилых помещений; каталоги отделочных материалов; прайс-листы с указанием цен на различные отделочные материалы; прейскурант стоимости услуг ремонтной фирмы; расчеты площадей отделываемых поверхностей; расчеты необходимого количества отделочных материалов; расчеты стоимости отделочных материалов; расчеты стоимости услуг ремонтной фирмы; расчеты общей стоимости ремонта.

3.3. Разрабатывается при изучении темы «Проценты». Учащиеся изучают зависимость между энергозатратностью организма и энергоёмкостью (калорийностью) пищи для организации здорового питания школьника. В результате выполнения исследования учащиеся учатся

вычислять свою дневную норму, считать калорийность своего суточного рациона питания.

## Приложение 3

### Практико-ориентированные математические задачи на развитие экономического мышления

4.1. В январе 2014 года ставка по депозитам в банке «ВТБ» составляла  $x$  % годовых, тогда как в январе 2015 года —  $y$  % годовых, причем известно, что  $x+y=30\%$ . В январе 2014 года вкладчик открыл счет в банке «ВТБ», положив на него некоторую сумму. В январе 2015 года, по прошествии года с того момента, вкладчик снял со счета пятую часть этой суммы. Укажите значение  $x$  при котором сумма на счету вкладчика в январе 2016 года станет максимально возможной.

4.2. Предприниматель купил здание и собирается открыть в нем отель. В отеле могут быть стандартные номера площадью 21 квадратный метр и номера «люкс» площадью 49 квадратных метров. Общая площадь, которую можно отвести под номера, составляет 1099 квадратных метров. Предприниматель может поделить эту площадь между номерами различных типов как хочет. Обычный номер будет приносить отелю 2000 рублей в сутки, а номер «люкс» 4500 рублей в сутки. Какую наибольшую сумму денег сможет заработать в сутки на своем отеле предприниматель?

4.3. Строительство цеха по производству вентиляционных труб стоит 39 млн рублей. Затраты на производство  $x$  тыс. ед. продукции в этом цехе равны  $0,5x^2+4x+19$  млн. руб. в год. Если продукцию продать по цене  $a$  тыс. руб. за единицу, то прибыль фирмы (в млн. руб.) за один год составит  $ax - (0,5x^2+4x+19)$ . Когда цех будет построен, фирма «Дальвент» станет выпускать продукцию в таком количестве, чтобы прибыль была наибольшей. При каком наименьшем значении  $a$  строительство цеха окупится не более, чем за три года?

4.4. При оплате услуг через платежный терминал взимается комиссия 5%. Терминал принимает суммы, кратные 10 рублям. Аня хочет положить на

счет своего мобильного телефона не меньше 300 рублей. Какую минимальную сумму она должна положить в приемное устройство данного терминала?

4.5. В двух шахтах добывают алюминий и никель. В первой шахте имеется 100 рабочих, каждый из которых готов трудиться 5 часов в день. При этом один рабочий за час добывает 1 кг алюминия или 3 кг никеля. Во второй шахте имеется 300 рабочих, каждый из которых готов трудиться 5 часов в день. При этом один рабочий за час добывает 3 кг алюминия или 1 кг никеля. Обе шахты поставляют добытый металл на завод, где для нужд промышленности производится сплав алюминия и никеля, в котором на 2 кг алюминия приходится 1 кг никеля. При этом шахты договариваются между собой вести добычу металлов так, чтобы завод мог произвести наибольшее количество сплава. Сколько килограммов сплава при таких условиях ежедневно сможет произвести завод?

4.6. Используя данные таблицы 1, просчитайте средний расход электроэнергии семьи из 4 человек, заполнив соответствующую строчку в таблице, среднюю оплату в месяц. Стоимость 1 кВт 1,71 руб.

Таблица 1.

Месяц	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Расход, кВт	350	400	320	300	340	290	310	270	290	310	370	400
Оплата, руб												

Составьте по образцу таблицу расходов для своей семьи, просчитайте средний расход и среднюю оплату для своей семьи.

4.7. Семья Семёновых решила отремонтировать полы в своей квартире, было также решено, что их расходы на ремонт пола не должны превышать 20000 руб. Используя предложенные источники, произведите необходимые расчеты, сделайте вывод и дайте практические рекомендации семье

Семеновых, подкрепленные математическими расчетами и содержащие объяснения, почему следует воспользоваться данной рекомендацией.

Для начала Семеновы решили нарисовать план квартиры (рис 1.), произведя необходимые измерения, затем приобрести материалы для ремонта пола в квартире. Для этого они отправились в магазин «Строитель». В магазине они взяли рекламный проспект с указанием цен на стройматериалы. На совете семьи было решено постелить в гостиной паркет, в спальне, детской и на кухне – линолеум, в санузле положить кафельную плитку, а в коридоре покрасить пол краской. Для этого им необходимо рассчитать, сколько материалов необходимо приобрести и сколько денег они на это затратят. Для выполнения ремонта было решено обратиться в фирму «Ремонт квартир» и нанять бригаду из 2-х человек. Данная бригада может постелить паркет в комнате за 5 дней, если будет работать по 5 часов в день, постелить линолеум в одной комнате за 2 дня, если будет работать по 5 часов в день, положить плитку в санузле за 2 дня, если будет работать по 5 часов в день, и покрасить полы в одной комнате за 2 дня, если будет работать по 5 часов в день. Результаты расчётов запишите в таблицу 4.

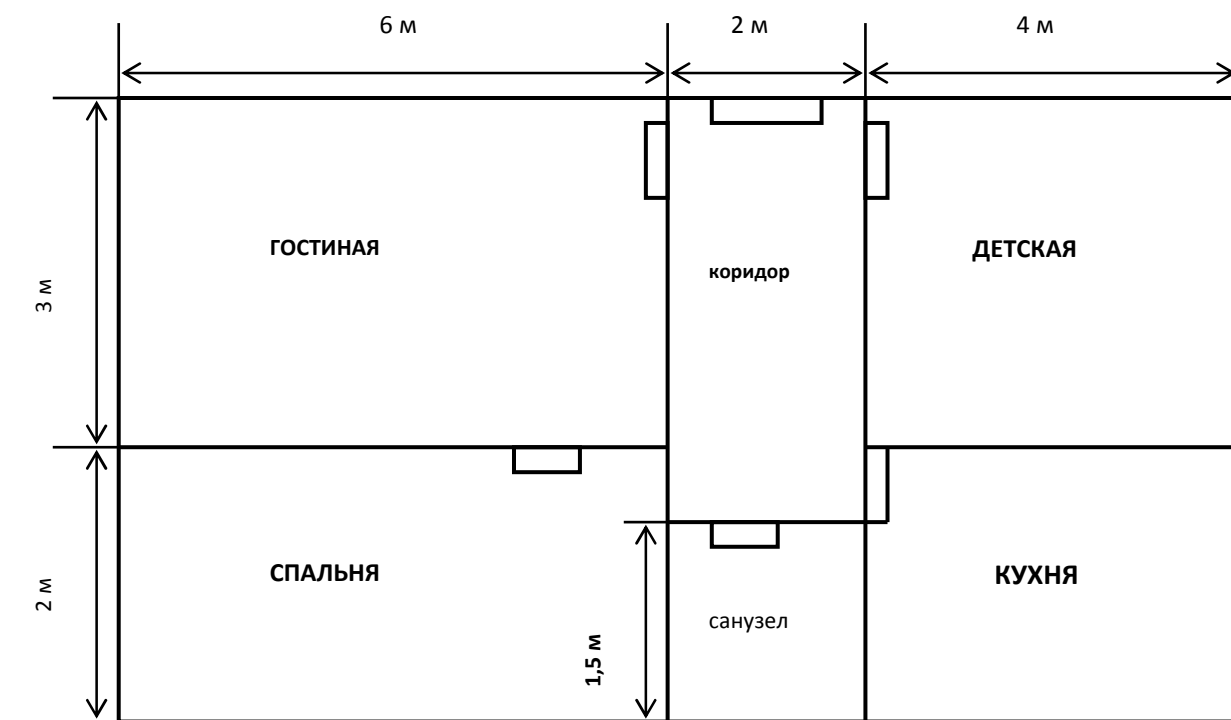


Рис. 1. К задаче 4.7.

Таблица 2.

## Стоимость работы

<i>Помещение</i>	<i>Материал</i>	<i>Стоимость работы в час (в рублях на 1 человека)</i>
Гостиная	паркет	70
Санузел	кафельная плитка	60
Спальня	линолеум	45
Детская	линолеум	45
Кухня	линолеум	45
Коридор	краска	30

Таблица 3.

## Стоимость материала

<i>Материал</i>	<i>Количество</i>	<i>Расцветка</i>	<i>Цена</i>
обои	1 рулон		250 руб.
краска	1 банка (3 кг)	белая	180 руб.
краска	1 банка (3 кг)	голубая	150 руб.
краска	1 банка (3 кг на покраску 10 м <sup>2</sup> пола)	коричневая	140 руб.
Потолочное покрытие	1 м <sup>2</sup>		55 руб.
потолочное покрытие	1 м <sup>2</sup>		75 руб.
кафельная плитка	1 м <sup>2</sup>		225 руб.
бордюр	1 рулон		120 руб.
плинтус	1 м		45 руб.
паркет	1 м <sup>2</sup>		550 руб.
линолеум	1 м <sup>2</sup>		190 руб.
клей обойный	1 упаковка		75 руб.
клей для потолочных покрытий	1 банка		65 руб.
замазка	1 банка		45 руб.

Таблица 4.

## Результаты расчётов

Помещение	Площадь пола	Количество материалов	Стоимость материалов	Стоимость работы	Стоимость ремонта
