

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования

«Красноярский государственный педагогический университет  
им. В.П. Астафьева»  
(КГПУ им. В.П. Астафьева)

Институт математики, физики и информатики  
Кафедра технологии и предпринимательства

**Егорова Светлана Владимировна**

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

**Тема: «Проектирование и изготовление механизмов Чебышева как средство  
повышение уровня инженерных компетенций учащихся 7-9 классов  
общеобразовательной школы»**

**Направление подготовки/специальность: 44.04.01. Педагогическое образование**

**Магистерская программа: Физическое и технологическое образование в новой  
образовательной практике**

**ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ:**

Заведующий кафедрой  
технологии и предпринимательства  
к.т.н., доцент С. В. Боринский

19.05.22

(дата, подпись)

Руководитель магистерской программы  
д.п.н., профессор кафедры физики  
и методики обучения физики В.И. Тесленко

5.7.22

(дата, подпись)

Научный руководитель  
к.т.н. доцент кафедры  
технологии и предпринимательства И.В. Шадрин

05.05.2022

(дата, подпись)

Обучающийся С. В. Егорова

04.05.2022

(дата, подпись)

Дата защиты

9 июня 2022

Оценка

отлично

Красноярск 2022

## Оглавление

Введение.....	3
Глава 1. Инженерная деятельность в общеобразовательном учреждении .....	8
1.1 Понятие инженерной компетенции в основном образовании .....	8
1.2. Способы развития инженерных компетенций у школьника .....	16
1.3. Механизмы Чебышева.....	24
Вывод по первой главе .....	39
Глава 2 Развитие инженерных компетенций на занятиях по конструированию механизмов Чебышева.....	40
2.1. Элективный курс «Механизмы Чебышева».....	40
2.2. Апробация и результаты введения элективного курса .....	51
2.3 Методические рекомендации по использованию элективного курса ....	62
Вывод по второй главе.....	70
Заключение .....	71
Библиографический список .....	73
Приложение .....	78

## Введение

**Актуальность** исследования определяется необходимостью внедрения инженерных понятий в современном образовании, что на сегодняшний день становится неотъемлемой частью образовательного процесса учащихся 7-9 классов. Не каждый ученик понимает определение понятий, которые употребляет в повседневной жизни, помимо этого даже учащиеся старшей школы не понимают принцип работы простейших механизмов.

Формирование такого понимания требует не только полноценного объяснения принципов работы, но и предоставления возможности конструирования собственными руками, а также готовности учащегося к проявлению инициативы, что требует тщательного отбора интересных механизмов.

Для этих целей, несомненно, подойдут механизмы Чебышева. Это простейшие механизмы, на примере которых учащиеся смогут понять и выяснить, как работают сложные процессы и механизмы, которые окружают повседневно каждого из нас. Пафнутий Львович Чебышев оставил весомый след в истории мировой науки и в российскую культуру и робототехнике. Труды, которые издал П.Л. Чебышев в таких областях, как прикладная механика, математика по своей наполненности и глубине содержательного материала, привнесли ему звание одного из величайших умов математики. Большое количество идей воплощенных в работах Пафнутия Львовича, по сей день являются актуальными и являются ядром развития отраслей деятельности многочисленного количества стран, даже сегодня, когда прошло 201 год со дня рождения их создателя. Механизмы П. Л. Чебышева активно используются в двигателестроении, например, рассматриваемый в представленной работе механизм для преобразования качательного движения во вращательное представлен в Роторном неполноповоротном двигателе.

Однако развитие умений и навыков конструирования механизмов Чебышева требует создания целостного методического комплекса. В рамках

школьной программы подобные занятия не представлены и требуется разработать элективный курс, направленный на развитие инженерных компетенций школьников на внеурочных занятиях.

Проведя анализ научной и методической литературы, а также принимая во внимание особенности системы среднего образования в контексте развития инженерных компетенций школьников, можно выделить **противоречие** между социальным запросом на развитие инженерных компетенций у учащихся общеобразовательных учреждений и недостаточной обеспеченностью такой подготовки методическими средствами и учебными программами.

**Проблема исследования состоит** в изготовлении механизмов Чебышева на внеурочных занятиях по технологии, поддержанное имеющейся материальной базой и открывающее широкий спектр интересных учебных задач, направленных на развитие инженерных компетенций, требует научно-обоснованных и проверенных на практике методических рекомендаций для проведения таких занятий.

**Степень научной разработанности темы.** Анализ научно-педагогической литературы свидетельствует о том, что проблеме повышения уровня инженерных компетенций учащихся основной школы, в частности компетентного подхода освещены в работах Зимней И.А., Мерзляковой О.П., Лернера И.Я., Болотова В.А., Зеер Э.Ф, Усовой А. В., Загвоздкина В.К., А.Д Иванова и др.

**Цель исследования:** разработать и апробировать рабочую программу элективного курса для учащихся 7-9 классов общеобразовательной школы по изготовлению механизмов Чебышева, позволяющую развивать инженерные компетенции учащихся.

**Объект исследования:** методы повышения уровня инженерных компетенций учащихся средней общеобразовательной школы.

**Предмет исследования:** возможности развития инженерных компетенций у учащихся 7-9 классов общеобразовательной школы на внеурочных занятиях по технологии в процессе проектирования и изготовления механизмов Чебышева.

**Гипотеза:** изготовление механизмов Чебышева в процессе прохождения элективного курса по технологии, позволит расширить круг научно-технических и технологических интересов у учащихся, а полученные навыки позволят более эффективно решать инженерные задачи.

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи** исследования:

1. Провести анализ научной и методической литературы по теме исследования;
2. Определить понятие инженерной компетенции в основном образовании;
3. Определить круг механизмов Чебышева, пригодных для конструирования с использованием материальной базы общеобразовательной школы;
4. Разработать рабочую программу элективного курса по изготовлению механизмов Чебышева
5. Апробировать рабочую программу элективного курса на примере учащихся 7-9 классов;
6. Разработать методические рекомендации по повышению уровня развития инженерных компетенций учащихся на занятиях по изготовлению механизмов Чебышева.

**Научная новизна** исследования заключается в разработке научно-обоснованной методики повышения уровня развития инженерных компетенций у учащихся 7-9 классов на внеурочных занятиях по технологии.

**Практическая значимость** исследования определяется возможностью широкого внедрения разработанного элективного курса в школах, оснащенных необходимым оборудованием.

**На защиту выносится следующее положение:** конструирование механизмов Чебышева на внеурочных занятиях по технологии заметно повышает уровень развития инженерных компетенций учащихся.

**Для выполнения работы использованы следующие методы:**

*Теоретические методы:* анализ литературы по проблеме исследования, моделирование гипотезы и проектирование результатов исследования.

*Эмпирические методы:* изучение и обобщение имеющегося педагогического опыта и нормативной документации по теме исследования, тестирование, наблюдение, педагогический эксперимент, количественный и качественный анализ результатов проведенного эксперимента.

Апробация проводилась в ходе педагогической деятельности автора на базе МАОУ Гимназии № 13 «Академ» (Муниципальное автономное образовательное учреждение гимназия № 13 «Академ») на протяжении всего периода исследования 2021-2022 года.

**Структура и объем диссертации:** состоит из введения, двух глав, заключения, библиографического списка и приложений. Текст иллюстрируют 3 таблицы, 16 рисунков, 2 диаграммы и 4 приложений. Объем работы составляет 90 страницы.

Основные результаты исследования опубликованы в материалах конференции:

1. XXIII Международный научно-практический форум студентов, аспирантов и молодых ученых «МОЛОДЕЖЬ И НАУКА XXI ВЕКА», тема доклада: «Повышение уровня инженерных компетенций учащихся на уроках технологии в общеобразовательной школе», (от 24 мая 2022 года, г. Красноярск);
2. XXIII Международный научно-практический форум студентов, аспирантов и молодых ученых «МОЛОДЕЖЬ И НАУКА XXI ВЕКА», тема доклада: «Научно-образовательная игра «Техно-квест «Исследуй! Изучай!

Изобретай!» для увлечения школьников исследованиями и инженерией» (от 24 мая 2022 года, г. Красноярск);

3. XXII Международный научно-практический форум студентов, аспирантов и молодых ученых «МОЛОДЕЖЬ И НАУКА XXI ВЕКА», тема доклада: «Исследовательская культура как фактор профессионально-личностного развития современного выпускника педагогического вуза» (от 18 мая 2021 г)

## **Глава 1. Инженерная деятельность в общеобразовательном учреждении**

### **1.1 Понятие инженерной компетенции в основном образовании**

В этот непростой для государства промежуток авторитет технических специальностей стремительно опустился, из-за чего же в этот период прослеживается упадок молодых действующих кадров. В финансовом формировании Российской Федерации инженерное образование представляет немаловажную значимость, также с улучшением экономики обострилась вопрос сотрудников с целью высокотехнологичных сфер промышленности. Техническому формированию нужна усовершенствование во согласовании с наилучшими обыкновениями русской школы также с учетом навыка прогрессивных институтов общества. Анализ литературы, в которых рассматривается общие и частные проблематики ступени высшего образования в РФ, дает понять, что со временем инженерное образование меняется и привносит новые аспекты развития. Прагматическая и технократическая форма, базирующаяся в знаниевом раскладе, ярком схематизмом, стереотипизацией, перегруженностью прецедентами, входит во разногласие с передовыми условиями к инженерному образованию. Отсюда появляется потребность в постоянном изменении нахождения, сопряженного со нарастающим размером познаний также безусловно важной данных, нрава также ориентированности высококлассной технической работы. Главными концептуальными идеями модернизации отечественного высококлассного образования становятся:

- гуманизация,
- фундаментализация,
- информатизация,
- непрерывность,
- гуманитаризация,
- эффективность (качество, интенсивность, экономичность),
- технологизация,

- массовость [27]

Изменение целой концепции создания во согласовании с передовыми условиями на деле обозначает основательные перемены в целях, содержании, конфигурациях также способах преподавания. Инженерное образование обязано являться ориентировано в передовую подготовку сотрудников. С 2009 года со введением компетентного расклада во ВПО согласно тенденциям подготовки инженерных кадров изобретены также подтверждены компетенции, какими обязан освоить абитуриент ВТУЗа. Под компетенцией станем подразумевать отрешенное, предварительно установленное общественное условие (норму) к просветительной подготовке учащегося, нужной с целью его результативной работы в конкретной области. (Хуторской А.В.).

Образовательная компетенция – условие к образовательной подготовке, выраженное совокупностью взаимозависимых коннотационных ориентаций, познаний, умений, способностей также навыка работы учащегося согласно взаимоотношению ко конкретному окружению предметов настоящей реальности, требуемых с целью реализации лично также общественно важной результативной работы [3]

Проанализировав компетенции согласно многим тенденциям инженерной подготовки, выделим более единые требования к подготовке кадров. Важнейшей инженерной компетенцией является умение инженера самостоятельно выполнять умственную работу, находиться в постоянном обучении. Данная полномочия отвечает возможности устанавливать цели работы, ставить перед собой задачи с целью их достижения, стимулировать собственную направленную динамичность, реализовывать работа, исследовать итоги работы, в этом количестве промежуточные, делать заключения об обстоятельствах достижения либо провалов, вводить требуемые с целью извлечения эффективного итога исправления также достигать его извлечения во подходящие сроки. [26]

Инженерные компетенции такого семейства имеет совокупный вид также предполагает собою концепцию, во какую вступают многочисленные подсистемы-мастерства:

- поиск информации, которая необходима для решения поставленной задачи, поиск необходимой для решения задачи информации;
- создание структуры и системы информации, которая была отобрана;
- проведение разработки и обоснования приемов, выбранных для решения поставленных задач;
- применение в своей работе результативных методов и приемов обработки отобранной информации;
- моделирование вариативности путей решения многогранных проблем, выполнение выбора приемлемых в зависимости от условий;
- осуществлять реализацию решения в процессе всех необходимых для этого коммуникативных взаимодействий. [3]

Перечень того, что входит в инструментальные, межличностные, а также системные компетенции, обладателями которых должны являться специалисты определенной области деятельности. был установлен в рамках образовательного проекта «Tuning», целью которого является содружество образовательных учреждений различных государств. Данный перечень включает:

1. инструментальные компетенции: умение исследовать а также обобщать; организационные способности, планирования; базисные познания в разных сферах; кропотливая организация согласно основам профессиональных познаний; письменная, а также устная связь в своем языке; понимание 2-го языка; простые навыки обращения с персональным компьютером а также программным обеспечением; умения управления данными (способность обнаруживать, а также исследовать сведения с разных источников); учение регулировать проблематичные ситуации; умение принимать взвешенные, а также продуманные решения.

2. межличностные компетенции: проявление способности воспринимать критику и производить самокритику; умения работать в коллективе; умения межличностных взаимоотношений; способность работать в междисциплинарной команде; умения проявлять коммуникативные способности со специалистами из других областей деятельности; принятие различий и мультикультурности; способность работать в международной среде; приверженность этическим ценностям;

3. системные компетенции: умение применить полученные теоретические знания при практических действиях ; навыки исследователя; способность находиться в постоянном поиске знаний; способность приспосабливаться к сложившимся обстоятельствам; способность к креативному мышлению, порождению нестандартных идей; обладание лидерскими качествами; способность работать самостоятельно; разработка и управление проектами, забота о качестве результата; стремление к успешности в выбранной деятельности [20].

Сотрудничество образовательных учреждений высшего, средне-специального, а также среднего образования вызывает повышение интереса современных профессиональных компаний в высококвалифицированных инженерных кадрах. Возникновение проекта «Инженерные классы», стало результатом вышеуказанных аспектов, основной целенаправленностью которых стало внедрение системы трудового воспитания и обучения, профессионального самоопределения, которая обеспечивает становление потребностей школьников, трудовой деятельностью особенно приоритетной для общества, адекватное оценивание собственных возможностей при определении будущей профессии, а также успешной социализации школьников. Повышение уровня инженерных компетенций актуально не только для будущего специалиста-инженера, но и для каждого современного человека. По словам И. Б. Федорова, президента МГТУ им. Баумана, высшие учебные заведения зачастую сталкиваются с проблемой снижения уровня

подготовки абитуриентов. Поэтому одним из требований к школьному образованию в соответствии с концепцией опережающего технологического развития является повышение уровня подготовки по математике, физике и другим дисциплинам.

Проект «Инженерный класс», был создан в городе Бердске Новосибирской области, проходящий в рамках концепции развития и формирования инженерного образования в Российской Федерации. Главной целью проекта является общее развитие таких компетенций обучающегося, которые позволят извлечь инженерное образование. Выпускник «Инженерного класса» должен обладать следующими метапредметными компетенциями:

1) умение организовывать совместную работу как с педагогом, так и с товарищами по классу; в процессе работы быть в контакте с командой, но при этом умение работать индивидуально: способность устранить разногласия среди участников процесса, учитывая мнения сторон и их интересов; умение выстраивания верных формулировок, аргументов своего мнения, способность его отстаивать, развитие личностных качеств, присущих истинному лидеру;

2) сформированность системы межличностных отношений, ценностно-смысловых установок, отражающих личностные и гражданские позиции в деятельности, социальные компетенции, правосознание, способность ставить цели и строить жизненные планы;

3) умение выражать собственные чувства, мысли и потребности через правильное и осознанное использование речевого аппарата, для повышения коммуникативных способностей; выстраивать план собственных действий в процессе какой-либо деятельности; обладание ораторскими способностями и умением излагать мысль на бумаге;

4) повышение уровня развития способностей использования в своей деятельности информационно-коммуникационных технологий;

5) формирование и развитие экологического мышления, умение применять его в познавательной, коммуникативной, социальной практике и профессиональной ориентации;

6) мотивированная готовность продолжить образование в высшем учебном заведении, осознание необходимости и способность к обучению в течение всей жизни), создание системы формирования профессиональной направленности и осознанного выбора дальнейшей образовательной траектории;

7) формирование системного мышления путем установления межпредметных связей;

8) формирование познаний в области экономики, менеджмента и ведения бизнеса, т. е. экономической культуры и экономического мышления [14].

Потребность подготовки будущих инженеров, а также выполнения профориентации обретает собственное отображение и во образовательном стандарте 3- го поколения. В обрисованном ФГОС «Портрете выпускника школы» возможно отметить, эти свойства, какие принадлежат к инженерным компетенциям [33]:

- креативный и критически мыслящий, активно и целенаправленно познающий мир, осознающий ценность образования и науки, труда и творчества для человека и общества;

- владеющий основами научных методов познания окружающего мира;

- мотивированный на творчество и инновационную деятельность;

- готовый к сотрудничеству с другими участниками процесса, способный осуществлять учебно - исследовательскую, проектную и информационно - познавательную деятельность [28].

Современная инженерная деятельность состоит из ряда взаимосвязанных компонентов: проектирование, технологическая, изобретательская, а кроме того - конструкторская деятельность. В рамках различных направлений

технического творчества учащихся на современном этапе можно видеть различную репрезентацию данных видов деятельности. Инженерное мышление - это мощнейший цивилизационный фактор, а становится он таковым в период глобальной техногенизации, которая и имеет место в настоящий период времени. Серийное производство, равно как и выделение профессии инженера в отдельную отрасль лишь ускоряют этот процесс. Но глобальному изучению эта проблема подвергается только в середине XX века. Именно в этот период уровень насыщения техникой достигает предела, за которым следует необходимость методологического и организационного упорядочивания вопросов технического характера.

Поскольку техника и технологии все больше проникают в современную жизнь практически каждого человека, осмысление проблем технической индустрии просто необходимо. Данная проблема многогранна, и требует решения множества задач: - требуется детальное изучение технической философии; - осмысление техники и ее аспектов, как одной из сторон культуры человечества; - исследование такого этого типа мышления как социально-культурного феномена; - формирование связи между личностью инженера, как человека и инженерного мышления, как аспекта интеллектуальной деятельности

К методам и средствам развития инженерных компетенций у обучающихся школы можно отнести научно-технический творческий процесс. Неоспоримо, что в рамках школьного образования обучающийся никак не способен освоить компетентностями, позволяющими реализовывать высококлассную, работа, однако приобретает нужную основу с целью последующего обучения.

### **Вывод по параграфу:**

Инженерные компетенции в основном общем образовании можно трактовать как совокупность общетехнических способностей обучающегося, таких как: применение, полученных знаний на практике, анализ различных ситуаций, поиск нестандартных путей решения, развитость коммуникативных и регулятивных учебных действий, а также способность самостоятельно принимать решения. Все эти качества необходимо развивать у обучающихся общеобразовательных учреждений. Ниже представлены способы развития инженерных компетенций школьника.

## 1.2. Способы развития инженерных компетенций у школьника

В Федеральном Государственном Образовательном Стандарте последнего поколения в «портрете выпускника школы» можно выделить характеристики выпускника общеобразовательного учреждения, которые могут интерпретироваться, как набор инженерных компетенций. Выделим среди прочих характеристик круг, представляющий интерес с точки зрения предметной области «Технология» и рассмотрим возможности их развития [33].

Одной из первых компетенций, на которую стоит обратить внимание – направленность выпускника на инновационную деятельность и творчество. Для того чтобы развивалась эта компетенция учащимся необходимо непрерывно находиться в творческом процессе искать, различные пути и способы решения поставленных задач неординарными способами.

Инновационная деятельность и творчество в общеобразовательных учреждениях у обучающихся развивается в процессе проведения не только основных учебных занятий, но и внеурочных:

Инновационная деятельность в современном образовательном процессе общеобразовательного учреждения имеет вариативность, в которую включено следующее:

- использование в учебной деятельности информационно-коммуникационных технологий, в частности мультимедиа: мультимедийные проекторы, интерактивные доски, планшеты, персональные компьютеры, интерактивные столы, очки виртуальной реальности, средства дополненной реальности;
- внедрение в процесс обучения современных источников информации, таких как: электронные библиотеки, систематическое пополнение методической и учебной литературы, использование новых пособий, которые отвечают требованиям ФГОС, отображение материалов современных научных исследований;

- частное и общее внедрение современного программного обеспечения и цифровых технологий: видео, презентации, мастер-классы, методическая литература, помогающая учителю активизировать учебный процесс;
- Использование актуальных и новых форм проведения урока. Например: урок- квест, компьютерная игра, презентация проектов обучающихся, мозговой штурм
- Систематически внедрять творческие задания для повышения уровня мотивации обучающихся:
- Здоровьесберегающие методы и приемы проведения урока, которые помогут сохранить не только физическое здоровье ученика, но и моральное, и психическое, в чем поможет участие педагога-психолога в различных этапах обучения [35].

Педагогические методы, называемые инновационными, должны транслировать целостную направленность инновационной деятельности обучающихся, означающее ориентацию процесса обучения на развитие творческого потенциала обучающихся, а также самостоятельный поиск решения проблемных ситуаций, достижения целей, путем поэтапного решения задач.

Творческий процесс в процессе обучения связан с определенными качествами личности учащихся таких как: характер, возможности, интересы, готовность к рефлексии.

Возможностями именуется свойства личности, каковые гарантируют благополучность, а также эффективность той или иной работы. Осознание обучающимся способностей и возможностей, которыми он обладает, а также наличие положительного опыта применения возможностей в реальной жизни способствуют становлению его поведенческих характеристик, а также проявления в жизнедеятельности. Если заявляют о возможностях лица, в таком случае располагают способностями во этой либо другой работы. Данные

способности приводят равно как ко существенным преуспеваемым во овладении работой, а также к значительным показателям труда. [17]

Любое умение обладает собственной структурой, где возможно распознать основные (к примеру, возможности ко изобразительной деятельности) также основные (к примеру, качества образного, креативного воображения). Вследствие им улавливается значительное, а также отличительное в явлениях существования, выполняется синтез также классификация, формируется уникальная структура. Состав возможностей находится в зависимости с формирования личности. Акцентируют две степени формирования способностей: репродуктивный и творческий. Индивид в первоначальной степени формирования возможностей выявляет значительное способность усваивать знания, осваивать деятельностью также реализовывать ее согласно порекомендованному примеру. В 2-ой степени формирования возможностей некто формирует новейшее, уникальное. Но необходимо обладать в типе, то, что любая репродуктивная работа содержит компоненты творчества, но творческая работа репродуктивную, в отсутствии каковой она в целом не может существовать.

При приобретении новых знаний и овладении новых умений, в процессе интересующей деятельности учащийся повышает свой уровень, что приводит к изменению структуры его возможностей и способностей. Для того, чтобы самостоятельно, без участия посторонних лиц проявлять творческие способности, как мы знаем, даже одаренные люди применяют подражание. Термины «талант» и «гений» используются при наивысшем уровне развитости включения в процесс деятельности. Именно всестороннее развитие личности позволяет наилучшим образом сформировать талантливость и гениальность. К наиболее яркому примеру представителей всесторонне развитых, а в последующем и гениальных людей можно отнести Леонардо да Винчи, М.В. Ломоносов.

В начале 80-х гг. советские исследователи Г.С. Альтшуллер и И.М. Верткин провели исследование относительно проблемы качественных характеристик творческого человека. В результате был составлен перечень таких характеристик на основе изучения биографий творческих личностей:

- умение установить творческую задачу, а также подчинить себе собственную деятельность;
- умение составлять план, а также самоконтролировать собственную работу;
- высокая функциональность;
- умение обнаруживать, а также регулировать трудности, составлять базу цели;
- умение защищать собственные взгляды.[37]

Все вышеперечисленные качества могут быть только приобретенными, то есть те качества, которые были развиты в процессе становления личности или специалиста, такие качества не передаются по наследству. Однако нельзя отрицать и то, что каждый человек получает генетические задатки к тому или иному виду деятельности.

По словам советских психологов (Г.С. Костюк, А. Г. Ковалева, В.Н. Мясищева) задатки несут в себе возможности для развития способностей в процессе обучения, воспитания и трудовой деятельности. Именно поэтому чем раньше будут определены задатки детей, тем проще будет целенаправленно развивать их способности, путем включения в определенную область. [24]

Для изобретателя целью является решение практической проблемы, которое объективно может осуществляться ограниченным количеством вариантов. Отдельные подходы для получения результата могут быть абсолютно разными и вестись абстрагировано друг от друга, однако результат может быть получен одинаково верный, при этом утверждать то, что творческий процесс присутствовал только в том случае, когда был получен результат ранее, нельзя.

Без обладания навыками критического мышления, креативности, активности, инициативности в процессе целенаправленного познания мира, нельзя говорить о том, что указанная компетенция сформирована, поскольку именно активность является толчком к дальнейшим действиям. Именно благодаря критическому мышлению человек видит нестыковки и противоречия, может отсеять неточные данные и отделить факты от их интерпретации.

Критическое мышление — это способность человека формировать концепцию суждений, подсобляющих исследовать также выразить аргументированные заключения, формировать свою оценку происходящему, интерпретировать ее. В таком случае имеется это не только лишь мышление скептическое, что считается более популярной конфигурацией осмысления критического мышления. Разговор протекает о мастерстве установить проблему, а также усомниться в предложениях. Решающее понимание наступает со установления пределы собственного познания также неведения, также со осмысления, то, что из-за рубежей познания имеется проблемы, решения в какие еще ожидает приобрести. [25]

Способами развития критического мышления, может быть включение учителем в процесс обучения следующих методы и приемы: проблемные, исследовательские, поисковые и творческие. Для того, чтобы активизировать поисковую и мотивационную сферу обучающихся в учебный процесс необходимо включать проблемную ситуацию, причем сами обучающиеся должны заниматься поиском проблемы, ее постановкой и разработкой путей ее решения. При включении в образовательный процесс тематик, которые близки и интересны обучающемуся школы, при этом ученик осознает прикладной момент полученных знаний, повысится активизация учебного процесса. Создание благоприятной атмосферы и психологического климата поможет обучающимся в большей мере проявлять инициативу в высказывании собственного мнения, а также предложения идей. Каждый

обучающийся должен получить возможность высказать свое мнение и предложить идею, только так критическое мышление будет наиболее результативно развито.

К актуальным методам, которые помогут развить творческий потенциал обучающихся следует отнести следующее: включение в образовательный процесс заданий, побуждающий к применению творческого подхода, таким образом способствовать формированию личности учащегося, который будет способен выражать широкое разнообразие интересных идей, обладать гибким мышлением, а также способностью применения вариативности и выборочности при поиске решения заданий. На учебных занятиях учитель всегда должен предоставлять возможность обучающимся выполнять задания разного уровня, включать проблемные технологии, а также технологии с использованием ИКТ. Формировать у обучающихся способности грамотно выстраивать вопрос, при этом вопросы разного типа также должны быть включены в перечень, которые будут направлены на проверку уровня знаний, способностей понимать информацию, составлять целостные выводы и давать объективную оценку, а также самооценку.

Следующей необходимой компетенцией укажем ориентацию выпускника на партнерство и сотрудничество. В современном обществе эта компетенция приобретает особую важность, потому что происходит непрерывное взаимодействие с социумом, в котором указанное качество являются основой и гарантом успешной социализации. Решение поставленных задач таких, как учебные и познавательные, а также способность обучающихся оказывать взаимопомощь при совместной деятельности относятся к функционалу проявления учебного сотрудничества на уроках. Результативным такое взаимодействие, рассматривая коммуникативные умения, будет только в том случае, если данные функции реализуются в равной степени, и не несут ущерб друг другу. В функционал каждого обучающегося входит как совместная деятельность, при которой

каждый сможет приобрести определенные знания или умения, так и узнавание вместе со всеми для того, чтобы определить, что каждый ученик приобрел новые знания, овладел умениями и сформировал определенные навыки. При этом важно, чтобы вся команда знала, чего достиг каждый ученик, т.е. вся группа должна быть заинтересована в усвоении учебной информации каждым ее членом.

Нельзя обойти вниманием ориентацию на эффективное сочетание информационно-познавательных, проектных и учебно-исследовательских видов деятельности. В методическую копилку по направлению общеобразовательного учреждения «Формирование инженерной компетенции учащихся» могут войти такие педагогические приёмы формирования УУД как: работа с текстовыми документами, работа над проектом, как исследовательским, так и творческим и поисковым, ролевые и деловые игры, проблемная ситуация, корзина идей, шесть шляп мышления, тайна двойного, мозговой штурм.

Выстраивание грамотной программы обучения, включение в образовательный процесс экспериментальную, поисковую, а также творческую деятельность, создание благоприятных условий для эффективного развития личности обучающегося, вызвать интерес и пробудить природную склонность к изучению и исследованию окружающего мира, привлечь в науку, все это относится к основным задачам учителя, который стремится развить уровень инженерных компетенций у учащихся.

В настоящее время учитель вынужден экономно использовать время урока: часть материала рассматривается ознакомительно, сокращается число логических выводов формул, теоретических обоснований. В результате у обучающихся не формируется потребность в логических рассуждениях и доказательстве выдвинутых гипотез, возникает разрыв между фактами, указанными в учебниках и реальными событиями. Возникает проблема переноса теоретических знаний на события окружающего мира. Снизить её

остроту можно за счёт решения коротких, не требующих сложной подготовки экспериментальных и конструкторских задач. При этом воспользоваться временем внеурочных занятий.

### **Вывод по параграфу**

Рассмотрев возможности развития инженерных компетенций у учащихся, отметим, что необходимо уделять особое внимание технологии критического мышления и инженерному мышлению, включение обучающегося в творческий процесс. Эта технология нацелена на развитие способностей учащихся: ставить новые вопросы, вырабатывать разнообразные аргументы, принимать продуманные решения, которые используются для анализа вещей и событий с формулированием обоснованных выводов. А это – те необходимые, профессионально важные качества инженера, которые пригодятся в работе.

Одним из способов развития у обучающихся инженерных компетенций, которые были указаны выше, может быть, введение в курс внеурочной деятельности решение задач по проектированию и изготовлению простейших механизмов Чебышева.

### 1.3. Механизмы Чебышева

Пафнутий Львович Чебышёв (устар. Чéбышев; 4 мая 1821— 26 ноября [8 декабря] 1894) — русский математик и механик, основоположник петербургской математической школы, академик Петербургской академии наук (адъюнкт с 1853 года, экстраординарный академик с 1859 года)[4] и ещё 24 академий мира. [36]

Отправной точкой в деятельности П.Л. Чебышёва по созданию теории механизмов и машин была работа над выпрямляющим механизмом – «лямбда механизм». Это механизм превращения движения по окружности в приближенное к прямолинейному. Из-за своего вида, похожего на греческую букву «лямбда», этот механизм и получил своё название. Два неподвижных шарнира и три звена, имеющих одинаковую длину. Незакреплённый шарнир маленького ведущего звена вращается по окружности, при этом ведомый синий шарнир описывает траекторию, похожую на профиль шляпки белого гриба. Нижнему краю «шляпки» соответствует ровно половина времени движения ведущего звена по окружности. При этом, нижняя часть синей траектории очень мало отличается от движения строго по прямой (отклонение от прямой на этом участке составляет доли процента от длины короткого ведущего звена). На основе лямбды механизма было создано большинство механизмов Чебышева.[32]

Определение понятию во всех источниках дается однотипное, поэтому выделим основные аспекты определения, Механизм Чебышева — механизм, преобразующий вращательное движение в движение, приближённое к прямолинейному (поступательному). Отсюда, поступательное движение — механическое движение системы точек (абсолютно твёрдого тела), при котором отрезок прямой, связывающий две любые точки этого тела, форма и размеры которого во время движения не меняются, остаётся параллельным своему положению в любой предыдущий момент времени. При поступательном движении все точки тела описывают одну и ту же траекторию

(с точностью до постоянного смещения в пространстве) и в любой данный момент времени имеют одинаковые по направлению и абсолютной величине

Механизмом также называется такая кинематическая цепь, в которой при заданном движении одного или нескольких звеньев относительно любого из них все остальные звенья совершают однозначно определяемые движения.

Механизм Чебышёва был изобретён в XIX веке русским математиком Пафнутием Чебышёвым, проводившим исследования теоретических проблем кинематических механизмов. Одной из таких проблем была проблема преобразования вращательного движения в приближённое к прямолинейному движению.

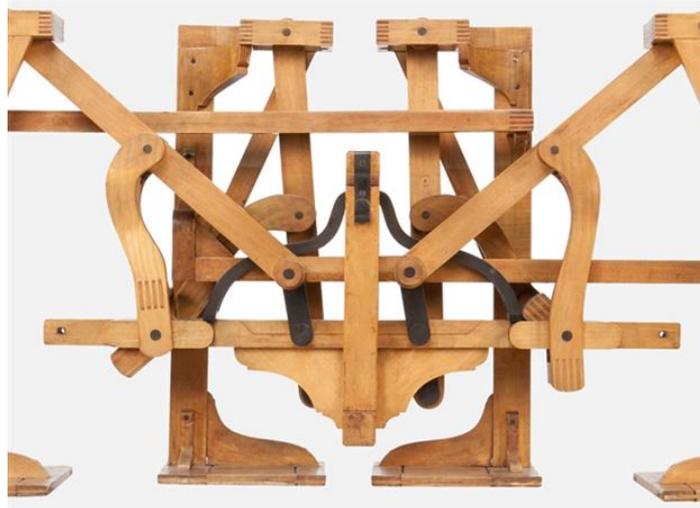
Прямолинейное движение определяется движением точки Р — средней точки звена  $L_3$ , расположенной посередине между двумя крайними точками сцепки данного четырёхзвенного механизма. ( $L_1, L_2, L_3$ , и  $L_4$  показаны на иллюстрации). При движении по участку, показанному на иллюстрации, точка Р отклоняется от идеального прямолинейного движения. Соотношения между длинами звеньев таковы[2]:

Точка Р лежит на середине звена  $L_3$ . Приведённые соотношения показывают, что звено  $L_3$  расположено вертикально, когда оно находится в крайних положениях своего движения.

На основании описанного механизма Чебышёв изготовил первый в мире шагающий механизм, который пользовался большим успехом на Всемирной выставке в Париже в 1878 году<sup>[2]</sup>. Стопоход (рисунок 1) П. Л. Чебышёва представляет собой четыре объединённых в две пары лямбда механизмов Чебышёва, смонтированных на одном общем основании

К разновидностям механизмов Чебышева относятся следующие:

1. Стопоходящий механизм (рисунок 1)



*Рисунок 1- Стопоходящий механизм*

Два неподвижных шарнира, три звена имеют одинаковую длину. Из-за своего вида, похожего на греческую букву лямбда, этот механизм и получил свое название. Незакреплённый серый шарнир маленького ведущего звена вращается по окружности, при этом ведомый синий шарнир описывает траекторию, похожую на профиль шляпки белого гриба. [32]

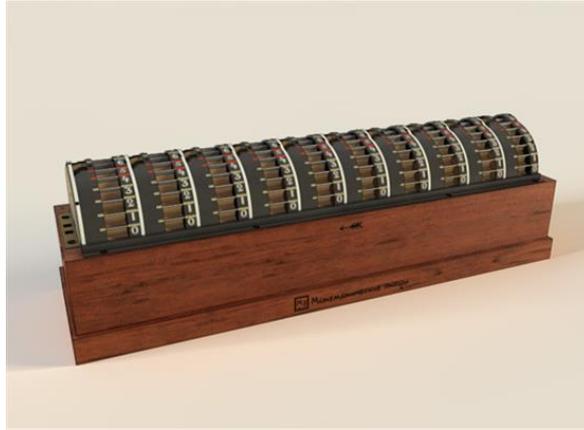
## 2. Сортировалька (рисунок 2)



*Рисунок 2- Сортировалька*

Параметры механизма подобраны так, что часть траектории синего шарнира близка к дуге некоторой окружности. Движение по этой части траектории механизм осуществляет более половины времени

## 3. Арифмометр. Первая модель (рисунок 3)



*Рисунок 3- Арифмометр. Первая модель*

Устройство арифмометра основано на планетарной передаче. При движении любого барабана на одно деление цифровой круг этого же разряда поворачивается на единицу. При этом все более правые цифровые круги остаются на месте. Цифровой круг разряда, расположенного левее поворачиваемого, смещается на  $1/10$ , следующий слева круг – на  $1/100$  и так далее. Хорошее описание парижского арифмометра и его принципа работы дано в статье В.Г. Бооля.[32]

#### 4. Самокатное кресло (рисунок 4)



*Рисунок 4- Самокатное кресло*

Основа самокатного кресла — трехзвенный лямбда-механизм с двумя неподвижными шарнирами.

#### 5. Гребной механизм (рисунок 5)



*Рисунок 5-Гребной механизм*

Этот механизм построен на лямбда-механизме с теми же параметрами, что используется в стопоходящей машине. На основе этого механизма были сделаны, как минимум, три различные лодки. Все они не сохранились.

6. Механизм для преобразования вращательного движения в поступательное с ускоренным обратным ходом (рисунок 6)



*Рисунок 6-Механизм для преобразования вращательного движения в поступательное с ускоренным обратным ходом*

В основе модели лежит механизм с теми же параметрами, что и в модели «Велосипед». Шатунная кривая этого механизма используется для сообщения ползуну присоединённой двухповодковой группы возвратно-поступательного движения с ускоренным обратным ходом[4]

## 7. Парадоксальный механизм (рисунок 7)



*Рисунок 7- Парадоксальный механизм*

Подбирая параметры лямбда-механизма, Пафнутий Львович Чебышев добивается того, что шатунная кривая поочерёдно касается двух концентрических окружностей, оставаясь все время между ними.

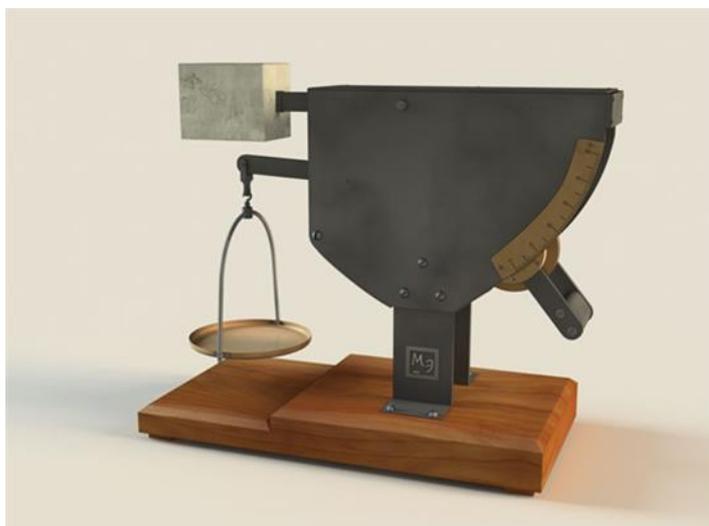
## 8. Велосипед (рисунок 8)



*Рисунок 8-Велосипед*

Изучая разновидность изогнутого лямбда-механизма, Пафнутий Львович Чебышев рассматривает такие параметры, при которых одна часть синей шатунной кривой близка к прямой, а вторая похожа на букву V. Если прибавить к этому механизму двухповодковую схему, то получится, что добавленный подвижный шарнир движется вниз более половины времени. На ней присутствует и механизм Чебышева, известный под названием «велосипед». Построен он по рассмотренной кинематической схеме.

## 9. Весы (рисунок 9)



*Рисунок 9- Весы*

Взвешивание происходит путём поднятия рукоятки. Когда её начинают вести вверх, то в какой-то момент оба рычага — и с противовесом, и с чашкой — начинают стремиться к горизонтальному положению. Момент, когда оба рычага заняли горизонтальное положение, отчетливо ощущается на рукоятке. Это и есть результат.

Перечислены основные виды механизмов, которые требуют изучения у учащихся 7-9 классов [16].

Все представленные механизмы в таком виде, которые представлены в современной инженерии не применяются, а лишь являются экспонатами.

Теория плоских шарнирных механизмов применялась на практике весь XX век, применяется и сегодня. Но, как ни удивительно, в начале XXI века она снова ставит перед математикой одновременно сложные и красивые задачи. Новый виток в её истории начался с полного доказательства теоремы «о подписи» — оказывается, существует плоский шарнирный механизм, который «подделывает» вашу подпись и ничего другого рисовать не умеет! Как и всякая подделка, нарисованная кривая (как и подпись, возможно, состоящая из нескольких несвязанных кусков) будет немного отличаться от оригинала, но это различие можно делать сколь угодно малым, правда, ценой усложнения

рисующего механизма. Найти компромисс между сложностью механизма и качеством приближения — это уже не математический, а инженерный вопрос, который следует решать, принимая во внимание технические особенности задачи.

### **Решение П. Л. Чебышевым проблемы синтеза (проектирования) механизмов**

Задачи теории машин и механизмов очень разнообразны, но важнейшие из них можно сгруппировать по трём разделам: синтез механизмов, динамика машин и механизмов и теория машин-автоматов.

Та часть проектирования машин, которая относится к выбору схемы и нахождению параметров этой схемы, обеспечивающих выполнение требуемых движений. [35]

Задачи динамики механизмов состоят в исследовании движения отдельных частей (звеньев) механизма под действием внешних сил

Рассматривает методы построения их схем по условиям согласованности работы отдельных механизмов и достижения оптимальной производительности, точности и надёжности машин-автоматов.

Распределение вопросов концепции машин а также механизмов в отмеченные 3 области в определенной грани относительно. К примеру, в синтезе механизмов предусматриваются никак не только лишь кинематические, однако а также динамические требования; в динамике механизмов в базе изучения перемещения звеньев механизма предоставляются рекомендации согласно подбору характеристик механизма из обстоятельств извлечения подходящих динамических данных, в таком случае производится динамический синтез; в концепции машин-автоматов подбор исправных элементов а также их характеристик базируется в способах синтеза механизмов, а аспекты оптимальности схемы машины-автомата (в характерные черты схемы управления) зачастую формируются согласно динамическим признакам. Но анализ трудностей науки касательно машин, а

также механизмах согласно данным разделам предоставляет довольно абсолютное понимание касательно ее содержания.

Основы синтеза механизмов в его аналитической форме были заложены П.Л.Чебышевым в 19 веке. Исследуя его работы, можно представить всю последовательность решения задач синтеза механизмов в виде трёх этапов.

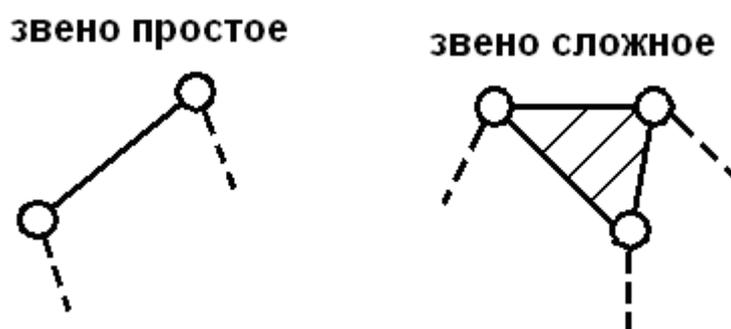
Первый этап — подбор главного аспекта синтеза, а также сдерживающих обстоятельств. Любой механизм в связи с направлением, а также обстоятельствами эксплуатации обязан исполнять пласту условий, различных согласно форме а также содержанию. Определенные из данных условий имеют все шансы являться в том числе и противоречивыми. Но постоянно возможно определить, то или иное условие считается главным с целью точной деятельности механизма, а также в согласовании вместе с данным подобрать главной аспект, согласно который расценивается его свойство. Главной аспект синтеза считается предназначением характеристик механизма (именуется, кроме того, функцией-критерием, либо целенаправленным предназначением), другие условия к нему формулируются в варианте сдерживающих обстоятельств на характеристики. Иными словами, 1-ый этап решения каждой проблемы синтеза — этап, в коем совершается формализация условий, предъявляемых к нему. В данной стадии проблемы научно-технические, а также полезные преобразуются в точные.[34]

Второй этап — формирование аналитического выражения функции, определяющей значение главного аспекта синтеза. Подбор главного аспекта обуславливается направлением механизма. С целью определенных элементов его аналитическое выражение способен быть весьма трудным. Среди этого имеются функции, какие обладают наиболее легкий вид, а также в таком случае период вместе с необходимой с целью практики правильностью определяют значение главного аспекта. При этом следует только лишь, для того чтобы погрешности с смены функции-критерия ее форсированным выражением существовали менее таких ошибок, какие появляются в

настоящем механизме из-за неточностей производства его элементов, упругости звеньев а также иных факторов.

Третий этап — расчет стабильных характеристик механизма с обстоятельств оптимизации главного критерия вместе с учётом сдерживающих обстоятельств (ограничений). В 1 случаях данные требование проявляются в варианте 1-го либо некоторых уравнений а также концепции неравенств, с каких напрямую пребывают желаемые характеристики (четкое сочетание). В иных вариантах отыскиваются подобные значимости характеристик, присутствие каковых несоответствие функции-критерия от рациональной значимости считается довольно небольшим размером, удовлетворяющей обстоятельствам фактического применения механизма (ориентировочный синтез). С целью эвристического синтеза Чебышев внес предложение об уникальном способе расчета разыскиваемых характеристик механизма, что поверг в последующем к формированию точной концепции приближения функций.

Классификация звеньев



*Рисунок 10- Классификация звеньев*

По закону вращения звенья делятся на:

1. Кривошип- звено, имеющее общую кинематическую пару со стойкой и совершающее полный оборот вокруг своей оси.

2. Коромысло- звено, имеющее общую кинематическую пару со стойкой и не совершающее полный оборот вокруг своей оси.

3. Ползун- звено, имеющее общую кинематическую пару со стойкой и совершающее прямолинейное возвратно-поступательное движение.

4. Шатун- звено, не имеющее общих кинематических пар со стойкой и совершающее сложное плоскопараллельное движение.

5. Кулиса- звено, совершающее вращательное движение и несущее на себе другое звено, называемое кулисным камнем.

6. Кулисный камень

Звенья, соединенные с помощью кинематических пар, образуют кинематическую цепь



Рисунок 11- Кинематическая цепь, присоединенная к стойке

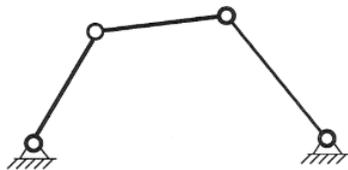


Рисунок 12 - Кинематическая цепь, присоединенная к двум стойкам

Структурная формула плоских механизмов

В общем случае число степеней свободы механизма  $W$  может быть определено по структурной формуле

$$W = 6n - 5p_5 - 4p_4 - 3p_3 - 2p_2 - p_1,$$

где  $n$  - число подвижных звеньев;

$6n$ - общее число степеней свободы всех звеньев;

$p_1, p_2, p_3, p_4, p_5$  – число кинематических пар от 1 до 5 класса;

$W$ - степень подвижности механизма.

Применение этой формулы возможно только в том случае, если на движения звеньев, входящих в состав механизма, не наложено каких-либо общих дополнительных условий. [32]

При рассмотрении плоских механизмов и составлении их структурных формул мы имеем в виду, что те степени свободы, которыми обладают звенья механизмов, и те условия связи, которые налагаются на движения звеньев вхождением их в кинематические пары, решают в совокупности вопрос об определенности движения механизма.

Структурная формула плоских механизмов в общем случае имеет следующий вид:

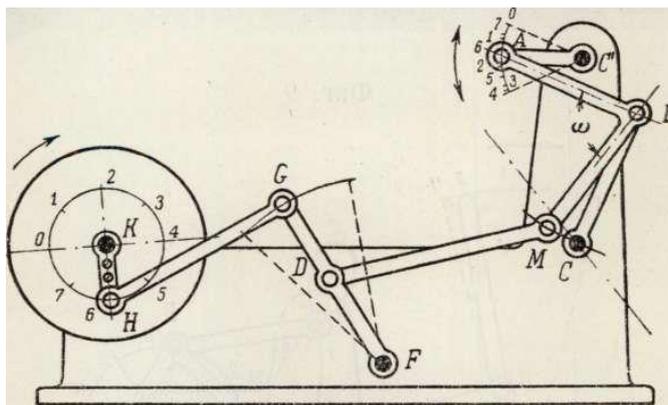
$$W = 3n - 2p_5 - p_4 \quad (2)$$

Эта формула носит название формулы Чебышева.

Как видно из формулы (2), плоские механизмы могут быть образованы звеньями, входящими только в кинематические пары IV и V классов. Пары IV класса в плоских механизмах налагают одно условие связи на относительное движение ее звеньев. Пары V класса в плоских механизмах налагают два условия связи на относительное движение ее звеньев.

Из трех возможных относительных движений звеньев пар плоских механизмов вращательные и поступательные пары исключают по два движения. Вращательная пара исключает возможность поступательных движений вдоль двух осей, лежащих в плоскости движения звеньев. Поступательная пара исключает одно поступательное движение и одно вращательное (вокруг оси, перпендикулярной к плоскости движения звеньев).

В зависимости от числа  $W$ , стоящего в левой части формулы (2), мы можем получить плоские механизмы с одной, двумя, тремя и т. д. степенями свободы.



*Рисунок 13- Механизм превращения качательного движения во вращательное*

Формулы П.Л. Чебышева для механизма, превращающего качательное движение во вращательное

Для преобразования движения на плоскости простейшим средством представляется суставчатая система, составленная из линии, вращающейся около неподвижного центра, и линии, сочлененной с нею. Все точки первой линии могут двигаться только по концентрическим кругам; точки же второй линии могут двигаться по различным кривым, причем кривые, описываемые одновременно ее точками, значительно разнятся между собою по виду. Вследствие этого при движении одной из ее точек по какой-либо кривой в других точках ее получают движения по кривым иного вида.

Такое преобразование вращательного движения может иметь полезное применение там, где представляется надобность дать точке движение, к которому достаточно близко подходит движение точки М в рассматриваемой нами системе при каких-либо размерах ее частей положениях неподвижных центров вращения. Вся трудность в определении тех и других согласно с видом движения, которое желают получить.

Моделирование механизма для преобразования качательного движения во вращательное. В приложении к книге П.Л. Чебышева «Избранные труды» приведены схема и расчеты для модели превращения качательного движения во вращательное.

## **Значение теории механизмов П.Л. Чебышева для дальнейшего развития науки**

П. Л.Чебышеву удалось создать теорию механизмов, которой пользуются до сих пор при создании двигателей и различных механизмов. А появление ЭВМ дало возможность эффективно и быстро выполнять третий этап синтеза, определяя оптимальные сочетания параметров механизма и даже решая такие задачи синтеза, которые ранее не могли быть решены из-за сложности и трудоёмкости вычислений. В 1965—1972 для типовых задач синтеза механизмов были составлены программы вычислений на ЭВМ, позволяющие оптимизировать различные критерии и учитывать большое количество кинематических, динамических и конструктивных ограничений.

Сравнительно недавно (1945—1950) стала рассматриваться как одна из важнейших частей теории машин и механизмов - теория машин-автоматов. Машины-автоматы различаются с неавтоматизированных машин в главную очередь вместе с тем, то, что порядок деятельности единичных механизмов, в том числе механизмы загрузки, а также выгрузки, задаётся системой управления. По этой причине формирование концепции машин-автоматов сопряжено вместе с совершенствованием способов возведения методик управления согласно подобранному аспекту оптимальности, к примеру согласно обстоятельству извлечения наименьшего количества компонентов, элементов схем. Максимальное продвижение заработали способы, базирующиеся на использовании алгебры-логики, а также в соответствии с этим данный пункт концепции машин-автоматов приобрел наименование логического синтеза систем управления. В концепциях управления наравне с электрическими элементами начали использоваться пневматические, владеющие, равно как принцип, большей прочностью. Формирование способов возведения концепций управления машинами-автоматами повергло к формированию концепций программного управления, в каковых проект необходимых движений проявляется в фигуре количеств

(цифр) — элементарных (малых) шагов. С целью осуществления данных деяний учитывают специализированные виды моторов, именуемые шаговыми электродвигателями. Особенную значимость обладают самонастраивающиеся, а также адаптирующиеся концепции программного управления, в которых проект автоматом изменяется вместе с учётом навыка предыдущих циклов деятельности концепции, а также обстоятельств, в которых обязана функционировать данная концепция.

В 1944 году Академия наук СССР учредила премии имени П. Л. Чебышева за лучшие исследования в области математики и теории механизмов и машин.

### **Вывод по параграфу**

П.Л. Чебышев привнёс в развитие науки наивысший вклад, который необходимо продвигать не только среди ученых и студентов, но и среди обучающихся общеобразовательных учреждений, так как именно его механизмы и разработки помогут обучающимся при наглядном изучении и погружении в данную деятельность понять механизмы работы машин и развить свои инженерные компетенции, общетехнические способности, которые так важны для профессионального становления и самоопределения школьника

## **Вывод по первой главе**

Подводя итоги анализа методической и научной литературы по вопросам развития инженерных компетенций обучающихся общеобразовательных учреждений можно говорить о том, что инженерные компетенции в равной степени относятся к общетехническим способностям обучающихся и включают в себя совокупность различных качеств обучающегося, таких как: способность к анализу и синтезу; способность к организации и планированию; базовые знания в различных областях; тщательная подготовка по основам профессиональных знаний; способность применять знания на практике; исследовательские навыки; способность учиться; способность адаптироваться к новым ситуациям. Вышеуказанные качества нуждаются в поэтапном развитии у обучающихся на разных ступенях образования.

Определен круг механизмов Чебышева, пригодных для конструирования с использованием материальной базы общеобразовательной школы. Отмечено, что необходимо уделять особое внимание технологии критического мышления и инженерному мышлению, включая обучающегося в творческий процесс. Процесс разработки и создания механизмов Чебышева способен удовлетворить возможности реализации развития инженерных компетенций обучающегося, так как механизмы Чебышева требуют не только решения технических задач, но и включения пространственного мышления, а также способностей решать трудные ситуации.

## **Глава 2 Развитие инженерных компетенций на занятиях по конструированию механизмов Чебышева**

### **2.1. Элективный курс «Механизмы Чебышева»**

В программе основного образования по предметной области «Технология» не предусматривается построение и решение технических задач, однако исходя из того, что с течением времени все чаще к предмету технологии относят модули 3D моделирования, прототипирования и макетирования, а также компьютерной графики, черчения и многие другие. Предлагается с помощью решения задач по расчету и построению механизмов Чебышева путем введения элективного курса «Механизмы Чебышева» повышать уровень инженерных компетенций у обучающихся 7-9 классов.

Элективный курс «Механизмы Чебышева» предназначен для учащихся 7-9 классов, выбравших естественно-научный, физико-математический или инженерный профиль обучения, а также для тех, кто проявил повышенный интерес к изучению физики, математики и технологии. Курс рассчитан на 34 ч (1 ч в неделю)

Данный курс связан содержательно с курсами физики, математики и технологии основной школы, т.е. содержание курса носит интегрированный характер. Изучение предлагаемого элективного курса направлено на углубление и обобщение знаний школьников о механических процессах и устройствах, в частности о Механизмах Чебышева, которые по сей день являются базовыми элементами машин.

**Учебно-методическое обеспечение курса** включает рабочую программу элективного курса и учебное пособие для обучающихся. Рабочая программа устанавливает обязательное предметное содержание, предлагает примерное тематическое планирование с учётом логики учебного процесса, определяет планируемые результаты освоения курса на уровне среднего общего образования.

В соответствии с системно-деятельностным подходом реализация данной программы предполагает использование современных методов обучения и разнообразных форм организации образовательного процесса: круглый стол, видеолекторий, семинары, практические работы, учебное исследование, самостоятельная работа с первоисточниками, лекция и др.; возможно выполнение индивидуальных и групповых проектов. Достижение планируемых результатов оценивается как «зачтено/не зачтено».

**Цели курса:** формирование научной картины мира; развитие познавательных интересов и инженерных компетенций обучающихся через практическую деятельность; расширение, углубление и обобщение знаний о механизмах и машинах, в частности механизмов Чебышева; формирование устойчивого интереса к профессиональной деятельности в области инженерии.

**Задачи курса:**

- развитие естественно-научного мировоззрения учащихся;
- развитие приёмов умственной деятельности, познавательных интересов, склонностей и способностей учащихся;
- развитие внутренней мотивации учения, формирование потребности в получении новых знаний и применение их на практике;
- расширение, углубление и обобщение знаний по физике;
- использование межпредметных связей технологии с физикой, математикой, историей, рассмотрение значения этого курса для успешного освоения смежных дисциплин;
- совершенствование экспериментальных умений и навыков в соответствии с требованиями правил техники безопасности;
- рассмотрение связи технологии с жизнью, с важнейшими сферами деятельности человека;
- развитие у учащихся умения самостоятельно работать с дополнительной литературой и другими средствами информации;

— формирование у учащихся умений анализировать, сопоставлять, применять теоретические знания на практике;

— формирование умений по решению экспериментальных и теоретических задач.

**Формами контроля** за усвоением материала могут служить отчёты по практическим работам, самостоятельные творческие работы, тесты, итоговые учебно-исследовательские проекты. Итоговое занятие проходит в виде научно-практической конференции или круглого стола, где заслушиваются доклады учащихся по выбранной теме исследования, и по результатам проведения практической работы, которое может быть представлено в форме реферата или отчёта по исследовательской работе.

**Основные идеи курса:**

- инженерное погружение;
- внутри- и межпредметная интеграция;
- взаимосвязь науки и практики;
- взаимосвязь человека и окружающей среды.

**Содержание курса**

**Раздел 1. Понятие механизма (3 ч.)**

Машина — это устройство, которое выполняет определенные действия с целью облегчения физического и умственного труда человека. Например, автомобиль является транспортной машиной, станок для обработки каких-либо заготовок — технологической машиной.

Механизм — это устройство для преобразования одного вида движения в другой

Простые механизмы, преобразующие движение (винт, шестерни, механизмы передачи вращательного и поступательного движения)

С точки зрения их функционального назначения механизмы обычно делятся на следующие виды:

- механизмы двигателей и преобразователей

- передаточные механизмы
  - исполнительные механизмы
  - механизмы управления, контроля и регулирования
  - механизмы подачи, транспортировки, питания и сортировки обрабатываемых сред и объектов
- механизмы автоматического счета, взвешивания и упаковки готовой продукции.

История развития механизмов преобразования движения и примеры их применения в современных устройствах и инструментах.

### **Раздел 2. Из истории механизмов Чебышева (2 ч.)**

Та часть проектирования машин, которая относится к выбору схемы и нахождению параметров этой схемы, обеспечивающих выполнение требуемых движений

Основы синтеза механизмов в его аналитической форме были заложены

П. Л. Чебышевым в 19 веке. Исследуя его работы, можно представить всю последовательность решения задач синтеза механизмов в виде трёх этапов.

### **Раздел 3. Многообразие механизмов Чебышева (15 ч.)**

П. Л.Чебышеву удалось создать теорию механизмов, которой пользуются до сих пор при создании двигателей и различных механизмов.

Сортировочка для зерна сделана на основе механизма с остановкой: часть шатунной кривой одного из шарниров приближает дугу окружности.

После умножения множимого на цифру одного разряда множителя арифмометр автоматически прекращает умножение и переводит каретку в следующий разряд. Затем счетный механизм снова включается, и начинается умножение на цифру второго разряда множителя. Количество оборотов рукоятки автоматически контролируется специальным счетчиком, который действует от установленного числа множителя. Этот же счетчик переключает процесс вычислений на передвижение каретки и обратно.

Основа самокатного кресла — трёхзвенный лямбда-механизм с двумя неподвижными шарнирами. Шатунная кривая, по которой двигается рукоятка, — приближение окружности. А первоначальная идея использования — дамский велосипед.

Ведущим звеном является ручка-шатун. Траектория движения центрального шарнира — полуовал. Сложное движение шатуна преобразуется в поступательное движение ползуна. В процессе движения механизм из прямого переходит в перекрёстный.

Ножной привод без «мёртвой» точки — движение вниз каждой из двух педалей происходит больше половины длины цикла.

Практическая работа: расчет размеров основных звеньев на основе соотношений, а также создание 3д модели в программе КОМПАС 3D

#### **Раздел 4. Создание механизма (13 ч)**

Два неподвижных красных шарнира, три звена имеют одинаковую длину. Из-за своего вида, похожего на греческую букву лямбда, этот механизм и получил свое название. Незакреплённый серый шарнир маленького ведущего звена вращается по окружности, при этом ведомый синий шарнир описывает траекторию, похожую на профиль шляпки белого гриба

Принцип механизма Чебышева активно внедряют в робототехнику. «Роботы-официанты», «роботы-учителя», прочие марширующие дроиды — все это уже давно не придумка авторов «Звездных войн» и «Терминаторов». Есть уже и такие антропоморфные механизмы, которые не только повторяют элементарные движения нашего тела, но и способны действовать в экстремальных ситуациях. Даже если данные механизмы — не «двуногие», а «четвероногие».

План выполнения проекта «стопоходящий механизм»:

1. Подготовительный этап: постановка целей и задач, предварительные результаты, сбор теоретического материала о стопоходящем механизме;

2. Конструкторский этап: проведение расчетов для определения размеров каждого звена механизма, по заранее заданным соотношениям;
3. Технологический этап: создание чертежей каждого звена детали, построение 3D модели каждого звена, а также сборки в программе КОМПАС 3D;
4. Изготовление изделия: печать звеньев механизма, сбор механизма
5. Заключительный этап: проведение испытаний работы стопоходящего механизма, устранение неполадок, подготовка защиты проекта
6. Защита проекта

## Календарно- тематическое планирование курса

*Таблица 1- календарно- тематическое планирование курса*

Номер	Дата	Тема	Основное содержание	Кол-во часов
<b>Раздел 1. Понятие механизма (3 ч.)</b>				
1.	7.09.21	Вводное занятие	Знакомство с сущающимися, а также правилами работы во время курса. Прохождение теста Беннета	1
2.	14.09.21	Понятие о механизме и машине	Изучение понятия механизма и машины. Просмотр видеоролика о механизмах и машинах	1
3.	12.10.21	Классификация механизмов	Изучение классификации механизмов и области их применения	1
4.	21.09.21	Сложные механизмы	Обзорное рассмотрение сложных механизмов	1
<b>Раздел 2. Из истории механизмов Чебышева (2 ч.)</b>				
5.	28.09.21	Решение П. Л. Чебышевым проблемы (проектирования) механизмов	Рассмотрение трудов П.Л. Чебышева о механизмах	1
6.	5.10.21	Значение теории механизмов П.Л. Чебышева для дальнейшего развития науки	Рассмотрение трудов П.Л. Чебышева о механизмах	1
<b>Раздел 3. Многообразие механизмов Чебышева (15 ч.)</b>				
7.	19.10.21	Многообразие механизмов, изобретённых П.Л. Чебышевым	Обзорная лекция о многообразии механизмов П.Л. Чебышева	1
8.	26.10.21	Механизм «Сортировалка»	Изучение истории создания механизма «Сортировалка», области применения	1
9.	9.11.21	Анализ работы механизма «Сортировалка»	Проведение анализа работы и разбор	1

			механизма «Сортировалька»	
10.	16.11.21	Механизм «Арифмометр»	Изучение истории создания механизма «Арифмометр», области применения	1
11.	23.11.21	Анализ работы механизма «Арифмометр»	Проведение анализа работы и разбор механизма «Арифмометр»	1
12.	30.11.21	Механизм «Самокатное кресло»	Изучение истории создания механизма «Самокатное кресло», области применения	1
13.	7.12.21	Анализ работы механизма	Проведение анализа работы и разбор механизма «Самокатное кресло»	
14.	14.12.21	«Гребной механизм»	Изучение истории создания механизма «Гребной механизм», области применения	1
15.	21.12.21	Анализ работы механизма	Проведение анализа работы и разбор механизма «Гребной механизм»	1
16.	28.12.21	Механизм «Велосипед»	Изучение истории создания механизма «Велосипед», области применения	1
17.	11.01.22	Анализ работы механизма	Проведение анализа работы и разбор механизма «Велосипед»	1
18.	18.01.22	Механизм «Круговая линейка»	Изучение истории создания механизма «Круговая линейка», области применения	1
19.	25.01.22	Анализ работы механизма	Проведение анализа работы и разбор механизма «Круговая линейка»	1
20.	1.02.22	Механизм «Пресс»	Изучение истории создания механизма	1

			«Пресс», области применения	
21.	8.02.22	Анализ работы механизма	Проведение анализа работы и разбор механизма «Пресс»	1
Раздел 4. Создание механизма (13 ч)				
22.	15.02.22	Стопоходящая машина	Изучение истории создания «Стопоходящей машины», области применения	1
23.	22.02.22	Анализ работы механизма	Проведение анализа работы и разбор «Стопоходящей машины»	1
24.	1.03.22	Проект «Стопоходящая машина»	Подготовка к выполнению проекта «стопоходящей машины», постановка целей работы	1
25.	15.03.22	Проект «Стопоходящая машина»	Изучение соотношения звеньев шарнирно-рычажного парадоксального механизма Чебышёва	1
26.	22.03.22	Проект «Стопоходящая машина»	Проведение расчетов каждого звена Стопоходящей машины	1
27.	22.03.22	Проект «Стопоходящая машина»	Черчение каждой детали механизма в КОМПАС 3D.	1
28.	5.04.22	Проект «Стопоходящая машина»	Создание сборки механизма в КОМПАС 3D.	1
29.	12.04.22	Проект «Стопоходящая машина»	Сбор Стопоходящей машины из готовых деталей распечатанных на 3д принтере	1
30.	19.04.22	Проект «Стопоходящая машина»	Сбор Стопоходящей машины из готовых деталей распечатанных на 3д принтере	1
31.	26.04.22	Проект «Стопоходящая машина»	Апробация работы Стопоходящей машины, исправление ошибок в работе	1

32.	17.05.22	Проект «Стопоходящая машина»	Подготовка к защите выполненного проекта	1
33.	24.05.22	Защита проекта «Стопоходящая машина»	Представление выполненного проекта	1
34.	31.05.22	Подведение итогов курса	Подведение итогов курса. Прохождение теста Беннета	1

### **Предполагаемые результаты курса:**

Обучающиеся научатся:

1. Основным видам механизмов, их функциональные возможности, принципы работы и области применения в машиностроительных производствах;
2. Устанавливать взаимосвязи между фактами и теорией, причиной и следствием при анализе проблемных ситуаций и обосновании принимаемых решений на основе полученных знаний;
3. Ориентироваться в разнообразии способов решения задач;
4. Выбирать наиболее эффективные способы решения задач;
5. Поиск и выделение необходимой информации из различных источников в разных формах (текст, рисунок, таблица, диаграмма, схема);
6. умение создавать, применять и преобразовывать модели по схеме для решения учебных и познавательных задач;
7. самостоятельно или с помощью учителя конструировать модель по условиям, заданным взрослым, по образцу, по чертежу, по заданной схеме, по замыслу;
8. самостоятельно определять количество деталей в конструкции модели.

### **Учащийся получит возможность научиться:**

1. Самостоятельно планировать и проводить эксперименты с соблюдением правил безопасной работы с лабораторным оборудованием;
2. Формулировать цели, выдвигать и проверять вариативность о механических особенностях работы устройств той или иной конфигурации и конструкции;

### **Материально-техническое оснащение**

Ноутбук (или ПК)- 13 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., 3D принтер, раздаточный материал, листы форматом А4

### **Рекомендуемая литература**

1. Чебышев П.Л. Теория механизмов. - 2-е изд. - М.Л.: Академия Наук СССР, 1945. - 247 с.
2. Механизмы Чебышева // Механизмы П.Л. Чебышева URL: <https://www.tcheb.ru/>
3. Богатов Н.М., Григорьян Л.Р., Митина О.Е. Практические задания по компьютерному моделированию в инструментальной среде Компас 3D LT: практикум / Н.М. Богатов, Л.Р. Григорьян, О.Е. Митина. Краснодар: Кубанский госуниверситет, 2011, 57 с.

### **Выводы по параграфу**

Рабочая программа элективного курса «Механизмы Чебышева» разработана для возможности реализации его в общеобразовательном учреждении в рамках внеурочной деятельности. Элективный курс способствует развитию личностных качеств обучающихся, связанных с инженерией, а также обучающихся интересующихся межпредметными дисциплинами физики, математики и технологии, а также курсом 3D моделирования и конструирования.

## 2.2. Апробация и результаты введения элективного курса

Апробация элективного курса «Механизмы Чебышева», рабочая программа которого описана в пункте 2.1. данного документа, проводилась среди обучающихся 7-9 классах Муниципального автономного образовательного учреждения Гимназии № 13 «Академ» г. Красноярск в срок 01.09.2021 по 31.05.2022. На элективный курс записалось 12 обучающихся, среди которых 6 девушек и 6 юношей.

Элективный курс «Механизмы Чебышева» включал в себя 4 раздела, первый и второй по содержательной наполненности относились к теоретической части изучения тематики, третий и четвёртый разделы включали в себя изучение литературы, а также практические работы и итоговый проект по созданию «Стопоходящего механизма».

По итогу прохождения элективного курса обучающиеся создали рабочую модель «Стопоходящего механизма», а в процессе выполнения проекта получили следующие промежуточные результаты:

1. Используя заранее заданные параметры отношения каждого звена шарнирно-рычажного переступающего механизм Чебышева (приложение 1) [1], рассчитали и получили верные размеры.
2. По представленным размерам обучающиеся на листе форматом А4 создали эскиз каждого звена в одном экземпляре;
3. С помощью эскиза и нанесенных на нем размеров, в пакете КОМПАС 3D было создано каждое звено по отдельности (приложение 2), а именно: каркас, основное звено Лямбда механизма, звено Лямбда механизма, среднее звено, меньшее звено, переступающий элемент;
4. Из созданных отдельных звеньев и элементов механизма создана 3D модель сборки «Стопоходящего механизма» (рисунок 13)
5. Из распечатанных на 3D элементов механизма была создана рабочая модель «Стопоходящего механизма» (рисунок 14)



которому относится уровень общетехнических способностей обучающихся, а именно чтение чертежей, понимание схем технических устройств, решение простейших физико-технических задач.

Были выбраны методом рандомизации 2 группы обучающихся по 12 человек. Первая группа является экспериментальной, группа, которая непосредственно была задействована в процессе элективного курса. Вторая группа контрольная, не участвовавшая в процессе элективного курса, причем успеваемость обеих групп находилась на одном уровне.

Тестирование каждой группы проводилось независимо друг от друга. Дата входного тестирования групп- 07.09.2021. Дата контрольного тестирования- 31.05.2022

Перед выполнением теста испытуемым были оглашены следующие условия, которые важны для объективности результатов теста:

1. На выполнение несложных физико-технических заданий (70) отводится 25 мин, в течение которых обучающиеся должны выполнить то количество заданий, которое успеют. Если обучающийся не успел выполнить определенные задания в период выделенного времени, то работа завершается, и за задания, на которые не был дан ответ выставляется 0 баллов.

2. Каждое правильное решенное задание оценивается в 1 балл.

3. После текста вопроса следует три варианта ответа на него, причем только один из них является правильным. Испытуемому необходимо выбрать и указать правильный ответ, написав на отдельном листе номер задания и номер избранного ответа. Так, запись 4-2 будет означать, что при решении четвертого задания испытуемый счел правильным 2-й из предложенных ответов.

4. Задания представленного теста можно выполнять в любом порядке, который испытуемый решит облегченным для себя.

5. Во время выполнения теста испытуемому нельзя пользоваться дополнительными источниками информации, а также помощью окружающих.

Оценивание уровня технического понимания проводилось по следующим сравнительным показателям, представленным в таблице

*Таблица 2- критерии оценивания уровня развития общетехнических способностей*

Группы испытуемых	Уровень развития общетехнических способностей				
	очень низкий	низкий	средний	высокий	очень высокий
Юноши	меньше 26	27-32	33-38	39-47	больше 48
Девушки	меньше 17	18-22	23-27	28-34	больше 35

После проведения входного и итогового тестирования, были получены следующие результаты, представленные в таблице 3:

*Таблица 3 Результаты тестирования*

№ участника	Класс	Экспериментальная группа		Контрольная группа	
		Результат		Результат	
		До	После	До	После
Юноши					
1	7 кл.	23 (о. н.)	33 (с.)	19 (о.н.)	22 (о.н.)
2	7 кл.	17 (о.н.)	28 (н.)	27 (н.)	26 (о.н.)
3	8 кл.	28 (н.)	32 (н.)	34 (с.)	37 (с.)
4	8 кл.	35 (с.)	41 (в.)	28 (н.)	30 (н.)
5	8 кл.	27 (н.)	35 (с.)	22 (о.н.)	27 (н.)
6	9 кл.	37 (с.)	44 (в.)	36 (с.)	36 (с.)
Средний балл		27,8 (н.)	35.5 (с.)	27,6 (н.)	29,6 (н.)
Девушки					
7	7 кл.	15 (о.н.)	23 (с.)	18 (н.)	21 (н.)

8	8 кл.	26 (с.)	27 (с)	23 (с.)	26 (с.)
9	8 кл.	26(с)	29(в)	24 (с.)	22(н.)
10	8 кл.	22 (н.)	31 (в.)	26 (с.)	29 (в)
11	9 кл.	26 (с.)	33 (в)	22(с.)	25 (с.)
12	9 кл	29 (с.)	37 (о.в.)	30(в.)	35 (о.в.)
Средний балл		24 (с)	30 (в.)	23,8 (с.)	26,3 (с.)

На основании показателей, представленных в таблице 2 были созданы диаграммы, которые демонстрируют средний уровень общетехнических способностей при входном и итоговом тестировании каждой группы.

*Диаграмма 2- средний показатель уровня общетехнических способностей юношей 7-9 классов*

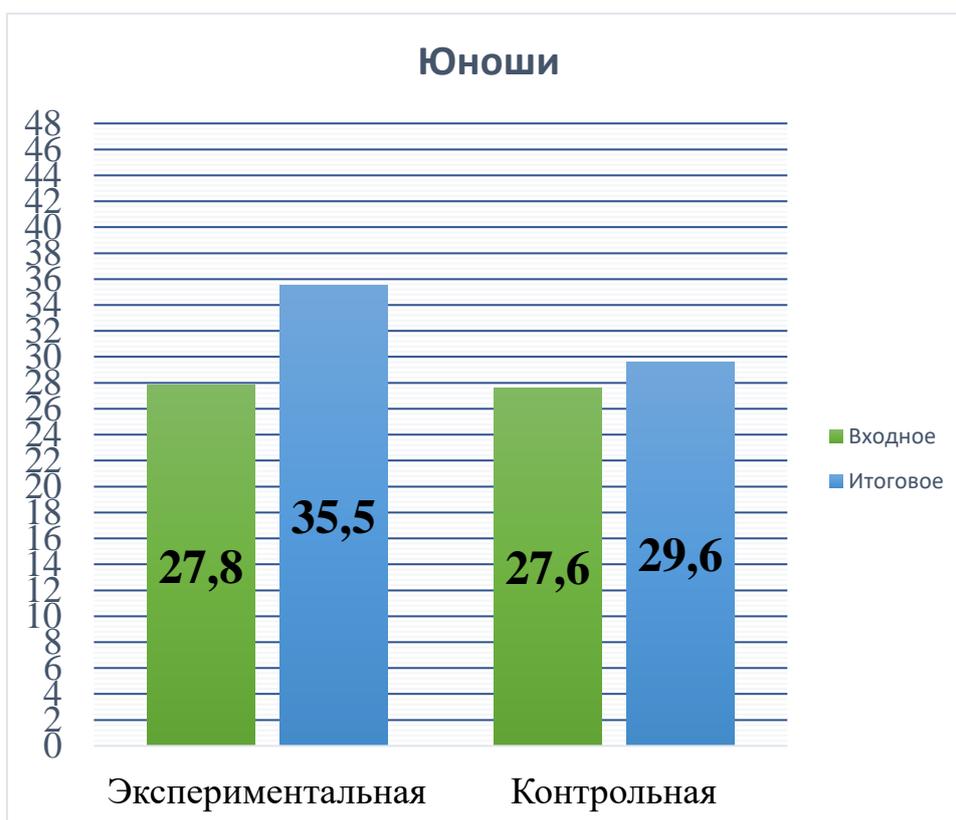
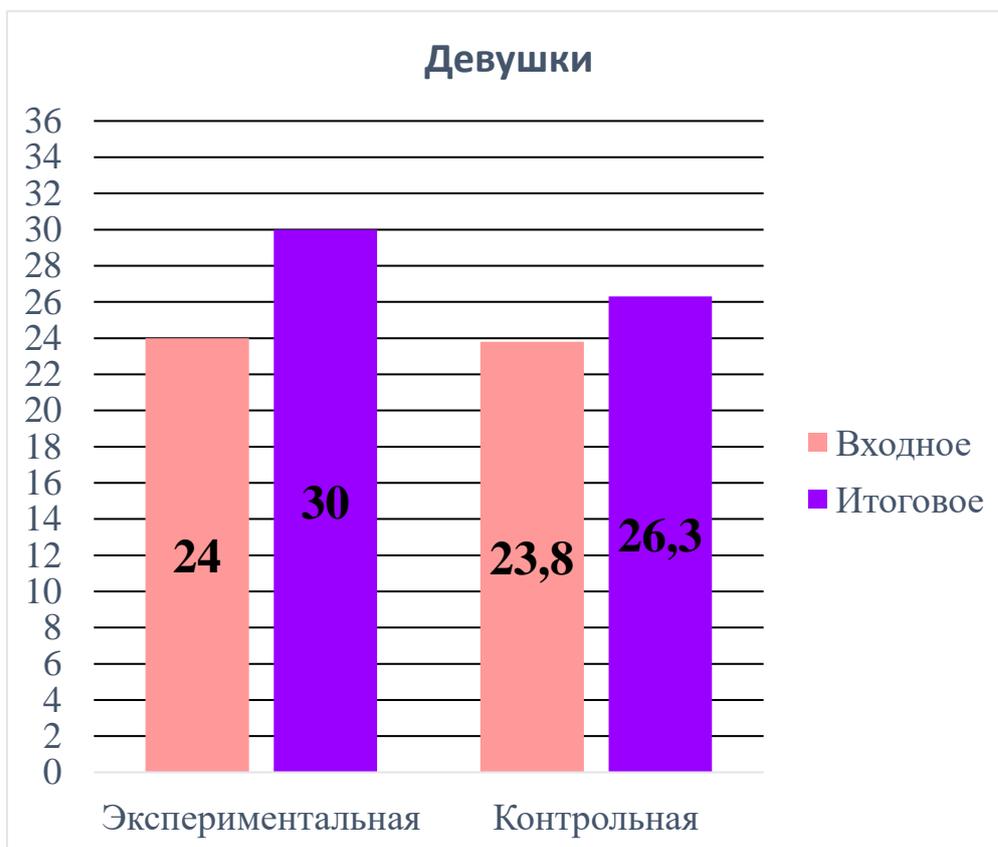


Диаграмма 2- средний показатель уровня общетехнических способностей девочек 7-9 классов



По результатам входного тестирования экспериментальной группы до введения элективного курса были определены следующие показатели среди юношей 7-9 класса, показанные в таблице : 2 ученика имеют очень низкий уровень технического мышления; 2 ученика имеют низкий уровень технического мышления, и 2 ученика, обладают средним уровнем технического мышления, 0 учеников обладают высоким и очень высоким уровнем технического мышления. Средний балл равен 27,8.

По результатам входного тестирования экспериментальной группы до введения элективного курса были определены следующие показатели среди девочек 7-9 класса, показанные в таблице: 1 ученик имеет очень низкий уровень технического мышления, 1 ученик имеет низкий уровень

технического мышления, и 4 ученика обладают средним уровнем технического мышления, 0 учеников обладают высоким и очень высоким уровнем технического мышления. Средний балл равен 24.

По результатам входного тестирования контрольной группы до введения элективного курса были определены следующие показатели среди юношей 7-9 класса, показанные в таблице: 2 ученика показали очень низкий уровень технического мышления, 2 ученика обладают низким уровнем технического мышления и 2 ученика показали средний уровень технического мышления, ни один ученик не показал высокий и очень высокий уровень технического мышления. Средний балл равен 27,6.

По результатам входного тестирования контрольной группы до введения элективного курса были определены следующие показатели среди девушек 7-9 класса, показанные в таблице: 2 ученика обладают низким уровнем технического мышления, 4 обучающихся показали средний уровень технического мышления, один ученик показал высокий уровень технического мышления, 0 учеников обладают очень высоким уровнем технического мышления. Средний балл равен 23,8.

При проведении анализа допущенных ошибок с помощью ключа для проверки теста Беннета (приложение 4) были выявлены основные аспекты, в которых у обучающихся возникали трудности. Чаще всего ученики допускали ошибки в следующих заданиях теста Беннета (приложение 2):

1. №3, 8, 12, 27, 60- причиной допуска ошибок стал недостаток знаний у обучающихся о механических передачах вращательного движения;
2. №13, 23, 29, 33, 37, 42, 49, 54, 58, 70 вызвали затруднения у обучающихся в связи с частичным или полным отсутствием знаний в области механики, также причиной стало не умение представить ту или иную ситуацию.

По результатам проведенного теста по итогу прохождения элективного курса «Механизмы Чебышева» во время подведения итогов, были определены

следующие результаты среди юношей 7-9 класса экспериментальной группы: 0 обучающихся обладают очень низким уровнем технического мышления, 2 ученика обладают низким уровнем технического мышления, 2 ученика обладающие средним уровнем технического мышления, и 2 ученика обладающие высоким уровнем технического мышления. Средний балл равен 35,5.

По результатам проведенного теста по итогу прохождения элективного курса «Механизмы Чебышева» во время подведения итогов, были определены следующие результаты среди девушек 7-9 класса экспериментальной группы, показанные в таблице: 0 обучающихся показали очень низкий и низкий уровень технического мышления, 2 ученика обладают средним уровнем технического мышления, 3 ученика обладают высоким уровнем технического мышления, и 1 ученик обладает очень высоким уровнем технического мышления, Средний балл равен 30.

По результатам проведенного теста по итогу прохождения элективного курса «Механизмы Чебышева» во время подведения итогов, были определены следующие результаты среди юношей 7-9 класса контрольной группы: 2 обучающихся показали, продемонстрированные в таблице результаты: 2 обучающихся показали очень низкий уровень технического мышления, 3 обучающихся показали низкий уровень технического мышления, 1 обучающийся продемонстрировал средний уровень технического мышления, 0 учеников показали высокий и очень высокий уровень технического мышления. Средний балл 29,6

По результатам проведенного теста по итогу прохождения элективного курса «Механизмы Чебышева» во время подведения итогов, были определены следующие результаты среди девушек 7-9 класса контрольной группы: 2 ученика показали низкий уровень общетехнических способностей, 3 ученика продемонстрировали средний уровень общетехнических способностей, один

ученик обладает высоким, и один ученик обладает очень высоким уровнем развития общетехнических способностей. Средний балл 26,3

Проводя сравнительный анализ показателей, которые были получены в результате проведения входного и итогового тестирования экспериментальной и контрольной группы можно сделать следующие выводы:

1. Среди юношей экспериментальной группы каждый обучающийся повысил балл прохождения теста, при этом 4 ученика смогли перейти на следующий уровень развития общетехнических способностей, 1 ученик перешел на два уровня выше, а один обучающийся остался на том же уровне, который был показан при стартовом проведении теста.
2. Среди юношей контрольной группы по показанным результатам видно, что 4 ученика остались на том же уровне общетехнических способностей, который был показан при входном тестировании, 1 ученик повысил уровень общетехнических способностей, а один обучающийся оказался на уровне ниже, чем тот, который был показан при входном тестировании
3. Обращаясь к диаграмме 1 средний уровень развития общетехнических способностей юношей 7-9 класса, можно увидеть положительную динамику и рост общетехнических способностей обучающихся как контрольной, так и экспериментальной группы. Однако экспериментальная группа показала наиболее видимый рост результативности после прохождения элективного курса, об этом нам говорят средние показатели обеих групп. Сравнивая показатели контрольной и экспериментальной группы, можно говорить о следующем: при входном тестировании обе группы показали одинаковый уровень среднего балла развитости общетехнических способностей, при этом на диаграмме 1 четко видно, что после получения результатов итогового тестирования экспериментальная группа показала результаты, которые превышают средний результат итогового тестирования контрольной группы.

4. Среди девушек экспериментальной группы каждый ученик смог повысить балл прохождения теста, однако 1 ученик не смог перейти на следующий уровень развития общетехнических способностей, 2 обучающихся перешли на следующий уровень развития общетехнических способностей, и 4 ученика смогли повысить на 2 уровня развития общетехнических способностей.

5. Среди девушек контрольной группы по показанным результатам видно, что 3 ученика остались на том же уровне общетехнических способностей, который был показан при входном тестировании, 2 ученика повысили уровень общетехнических способностей, а один обучающийся оказался на уровне ниже, чем тот, который был показан при входном тестировании

6. Обращаясь к диаграмме 2 средний уровень развития общетехнических способностей девушек 7-9 класса, можно увидеть положительную динамику и рост общетехнических способностей обучающихся как контрольной, так и экспериментальной группы. Однако экспериментальная группа показала наиболее видимый рост результативности после прохождения элективного курса, об этом нам говорят средние показатели обеих групп. Сравнивая показатели контрольной и экспериментальной группы, можно говорить о следующем: при входном тестировании обе группы показали одинаковый уровень среднего балла развитости общетехнических способностей, при этом на диаграмме 2 четко видно, что после получения результатов итогового тестирования экспериментальная группа показала результаты, которые превышают средний результат итогового тестирования контрольной группы.

7. Прирост результативности показателей среднего уровня развитости общетехнических способностей после прохождения элективного курса «Механизмы Чебышева» у экспериментальной группы юношей составил 27,7%, при этом прирост результативности контрольной группы юношей составил 7,7%

8. Прирост результативности показателей среднего уровня развитости общетехнических способностей после прохождения элективного курса «Механизмы Чебышева» у экспериментальной группы девушек составил 25%, при этом прирост результативности контрольной группы девушек составил 10,5%.

**Вывод по параграфу:**

Таким образом по результатам, приведенным в параграфе 2.2 можно говорить о том, что элективный курс «Механизмы Чебышева» показал свою успешность и справился с задачей повышения уровня инженерных компетенций у обучающихся 7-9 класса. Ученики по прохождению элективного курса получили готовый продукт, который самостоятельно создали при выполнении проекта, в котором совершали расчеты каждого звена механизма, построение 3D модели механизма и его сборки после печати на 3D принтере.

### **2.3 Методические рекомендации по использованию элективного курса**

Для получения результата в процессе использования элективного курса «Механизмы Чебышева» следует соблюдать следующие методические рекомендации:

1. Тщательно подходить к выбору методической и учебной литературы. В рабочей программе Элективного курса «Механизмы Чебышева» прописана рекомендуемая литература, каждый источник может быть выбран индивидуально учителем, однако прежде чем выдавать литературу или электронные ресурсы обучающемуся стоит внимательно ее изучить на предмет опечаток и ошибок;

2. Теоретический материал, который будет входить в занятие по темам также может корректироваться в связи с возможностями образовательного учреждения, а также в зависимости от того, насколько хорошо обучающиеся продвигаются в изучении материала;

3. Организация самостоятельной деятельности обучающихся.

Процесс изучение теоретического материала также требует включение современных и интересных методов включения обучающихся.

Совместная деятельность, равно как целая концепция, реорганизует структуры индивидуальных деятельностей за счёт их обоюдного добавления, а также высококачественного обогащения. Подобным способом, формируется состав коллективной работы, в каковой, в соответствии с изучениями, акцентируются последующие компоненты:

- общая цель равно как безусловно предложенный предстоящий итог, коего старается достичь категория вместе трудящихся обучающихся (коллективный субъект);

- общий мотив, стимулирующий учеников функционировать совместно;

- совместные действия, какие поддерживаются жестким согласовыванием, а также точным распределением личных операций;

- единый итог равно как комплекс личных вкладов каждого.

То есть, важно создать общую цель, причем обучающиеся самостоятельно должны поставить цель перед собой и выстроить задачи для достижения данной цели.

Для наилучшей организации совместной деятельности использование игровых форм проведения занятий будет наиболее целесообразно. Примером для использования игр могут служить следующие:

### **Мозговой штурм.**

Используется для наибольшей генерации интересных идей. После получения общего решения внутри группы делаются доклады, сообщения от разных групп. Например: учитель выдает механизм, в расчетах механизма которого допущена ошибка, каждый ученик пытается найти ошибку и предложить пути решения этой ошибки.

### **Игра «Продолжи».**

Основана на выполнении заданий разного рода группой «по цепочке». Например: один обучающийся говорит факт о том, что узнал о механизмах Чебышева другие ученики должны продумать свой ответ так, чтобы он был логическим продолжением предыдущего факта.

### **Охота за сокровищами.**

Учитель составляет вопросы. Учащийся или группа должны ответить на вопросы, используя ресурсы интернета, дополнительную литературу, учебник.

Примерный список вопросов:

Что такое механизм?

Что такое машина?

Что такое механизм Чебышева?

Какие виды механических передач существуют?

Механизмы Чебышева, которые используются в современных машинах?

Какой вклад в развитие робототехники сделал П.Л. Чебышев?

Основные работы Чебышева?

Что такое поступательное движение?

### **Снежный ком.**

Работа, которая проводится в команде, группе стартует с индивидуальной работы каждого участника группы. Каждый обучающийся получает идентичное задание остальным и своими силами производит решение. По истечении времени решение заданий производится в парах, каждый предлагает пути решения задания и производится выбор наиболее оптимального варианта. По уже известному пути каждая пара объединяется с другой и выполняет поставленную перед ними задачу. По итогу прохождения всех этапов все ученики оказываются в одной группе, в которой не происходит выбора решения, а производится изложение о проделанной работе на протяжении занятия.

### **Пазлы.**

Определенную тематику изучения, например «Механические передачи» педагог делит на несколько частей так, чтобы каждая группа получила собственную часть тематики. Помимо этого, каждой группе выдается список рекомендуемой литературы или же готовые материалы для самостоятельного изучения части полученной тематики.

По истечению времени изучения литературы и определения необходимой информации по полученной части темы, группы формируются таким образом, чтобы в каждую новую группу был определен один участник другой группы, который в обзорном формате производит погружение членов другой группы в полученную часть темы, которая была изучена в составе предыдущей группы. Например, первая группа ищет информацию о червячных передачах, вторая группа о ременных передачах, а третья о зубчатых передачах. По итогам работы обучающиеся анализируют успешность выполнения и определяют выводы.

### **Прием «Зигзаг».**

Учащиеся образуют группы по 4-5 человек для работы над учебным материалом, который разбит на фрагменты.

Затем ребята, изучающие один и тот же вопрос, но состоящие в разных группах, встречаются и обмениваются информацией как эксперты по данному вопросу. Это называется «встречей экспертов».

Затем они возвращаются в свои группы и обучают всему новому, что узнали сами, других членов группы. Те, в свою очередь, докладывают о своей части задания.

4. Практические работы, входящие в тематическое планирование элективного курса, требуют самостоятельной работы и активного участия каждого участника процесса. Если в процесс элективного курса включены обучающиеся, которые находятся на разных уровнях образования, например обучающиеся из 7 и 8 классов, то предлагается работа учащихся в форме наставничества.

На этапе проектирования и моделирования «Стопоходящего механизма» обучающимся понадобятся знания о работе в пакете КОМПАС 3D, а также умения работы в данном программном обеспечении.

КОМПАС-3D — это российская система трехмерного проектирования, ставшая стандартом для тысяч предприятий и сотни тысяч профессиональных пользователей.

КОМПАС-3D широко используется для проектирования изделий основного и вспомогательного производств в таких отраслях промышленности, как машиностроение (транспортное, сельскохозяйственное, энергетическое, нефтегазовое, химическое и т.д.), приборостроение, авиастроение, судостроение, станкостроение, вагоностроение, металлургия, промышленное и гражданское строительство, товары народного потребления и т. д.

В элективном курсе возможно изменение тематического планирования в зависимости от того, работали ли обучающиеся в данном пакете или нет.

Если же знакомство с данной программой не происходила, то план работы может происходить в нескольких этапах:

1 этап заключается во введении знаниевого контекста в процесс изучения программного обеспечения. В разделе «Многообразие механизмов Чебышева» рабочей программы элективного курса, который указан в пункте 2.1. данной работы, объединить некоторые тематики так, чтобы освободить несколько занятий для изучения пакета Компас 3д, а также производить изучение данного программного обеспечения на примере построения простейших механизмов. Для начала стоит ввести элементарные механизмы и их построения, после проведения необходимых расчетов по созданию механизма, определить количество звеньев, а также размер каждого звена.

1. Расчеты звеньев каждого механизма «Приближаемое пряило» (рисунок ...) по следующим соотношениям

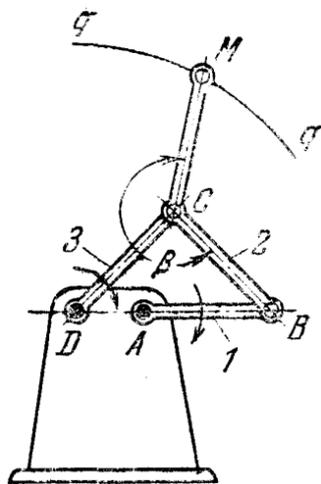


Рисунок 16- приближаемое пряило

Длины звеньев шарнирного четырехзвенника ABCD удовлетворяют условиям:  $BC = DC = CM = 1,27AB$ ;  $AD = 0,5AB$ ; угол  $\beta = 123^\circ$ . При вращении звена 1 вокруг неподвижной оси A точка M звена 2 описывает траекторию, близкую к дуге окружности  $q - q$ . (источник)

2. Создание эскиза механизма и эскиза каждой детали. На формате А4 с использованием чертежных инструментов создать эскиз по рассчитанным размерам каждого звена

3. Создание каждого звена механизма в программе КОМПАС 3D соблюдая следующий порядок:
- a. Запустить программу Компас 3D;
  - b. Выбрать создание детали (Файл→Создать→Деталь);
  - c. Выбрать в дереве модели необходимую плоскость;
  - d. Включить режим эскиз;
  - e. На геометрической панели построения выбрать ввод геометрическая фигура (например прямоугольник).
  - f. Ввести параметры в панели свойств: высота, ширина.
  - g. Закончить редактирование эскиза (повторно нажать на кнопку «эскиз»).
  - h. На панели редактирования детали выбрать **Элемент выдавливания**.
  - i. В окне **Параметры** на вкладке **Элемент выдавливания** установить необходимое расстояние (толщина звена).
  - j. Чтобы создать объект, необходимо нажать на зеленую галочку в окне
  - k. Параметры. На экране программы должно появиться цветное изображение параллелепипеда.
4. После создания каждого звена механизма необходимо создать сборку самого механизма, соблюдая следующий порядок:
- a. Запустить программу Компас 3D;
  - b. Выбрать создание детали (Файл→Создать→Сборка);
  - c. На панели «Компоненты» выбрать функцию добавить компонент из файла, поместить в окно модели каждое звено механизма;

- d. На панели «Размещение компонентов» с помощью функций соосности и совпадения соотнести звенья деталей в единое целое.
  5. Провести анализ работы механизма в программе КОМПАС 3D, на созданной сборке, устранить недостатки. Сборку можно рассмотреть с каждой стороны и увидеть какие ошибки
  6. Каждое звено по отдельности сохранить в формате. stl для отправления на печать 3D принтере.
5. Этап сборки механизма зависит от того, сколько деталей для сбора механизмов обучающиеся смогут распечатать. Если же расчеты и создание деталей механизма в программе КОМПАС 3D производилось в группах, то каждый участник группы должен быть задействован в процессе сбора механизма. Наилучшим вариантом действий будет, если каждый ученик сможет самостоятельно собрать механизм и посмотреть процесс его работы. Рекомендуемый план сбора механизма:
1. Сделать сортировку звеньев и деталей по размерам или группам деталей, относящихся к одной части механизма;
  2. Так как механизм состоит из 4 повторяющихся частей, следует собрать каждую часть по отдельности;
  3. Соединить с помощью каркаса части между собой;
  4. Проверить работоспособность механизма, если имеются недостатки, устранить их.
  6. После проведения проверки работоспособности механизма составить описание и защиту проекта.
  7. Учитель в процессе выполнения обучающимися проекта выступает в роли консультанта, только лишь направляет и корректирует работу обучающихся, в процессе создание непосредственно не участвует.

### **Вывод по параграфу**

Методические рекомендации, указанные в параграфе, будут способствовать повышению результативности внедрения элективного курса «Механизмы Чебышева» в процесс обучения. Обучение работе в программе КОМПАС 3D будет способствовать развитию пространственного мышления, а также ускорит работу по созданию итогового проекта. Внедрение в процесс обучения игровой формы поможет повысить уровень мотивации у обучающихся и создать ситуацию интереса для выполнения дальнейших работ.

## **Вывод по второй главе**

По итогу разработки рабочей программы и апробации элективного курса «Механизмы Чебышева» можно говорить о том, что данная программа разработана для возможности реализации её в общеобразовательном учреждении в рамках внеурочной деятельности. Элективный курс способствует развитию личностных качеств обучающихся, связанных с инженерией, а также обучающихся интересующихся межпредметными дисциплинами физики, математики и технологии, а также курсом 3D моделирования и конструирования.

Апробация элективного курса прошла успешно, была выполнена задача повышения уровня инженерных компетенций у обучающихся 7-9 классов. Ученики по прохождению элективного курса получили готовый продукт, который самостоятельно создали при выполнении проекта, в котором совершали расчеты каждого звена механизма, построение 3D модели механизма и его сборки после печати на 3D принтере.

Методические рекомендации созданы для облегчения внедрения элективного курса в процесс обучения общеобразовательной школы для повышения эффективности итогов элективного курса «Механизмы Чебышева». Обучение работе в программе КОМПАС 3D будет способствовать развитию пространственного мышления, а также ускорит работу по созданию итогового проекта. Внедрение в процесс обучения игровой формы поможет повысить уровень мотивации у обучающихся и создать ситуацию интереса для выполнения дальнейших работ.

## **Заключение**

В процессе исследования был проведен обзор научной и методической литературы согласно тематике исследования, касаемой понятия инженерных компетенций в основном общем образовании. Под инженерной компетенцией принято решение подразумевать условия к просветительной подготовке учащегося, проявленные в совокупности взаимозависимых смысловых ориентаций, познаний, умений, навыков, а также навыка технической работы согласно взаимоотношению к конкретному окружению предметов реальности, требуемых с целью реализации индивидуальной, а также общественно важной результативной инженерной деятельности. Пересмотрены пути развития технических компетенций обучающихся, а также способы активизации независимой работы обучающихся.

Кроме того, согласно проблеме применения механизмов Чебышева в процессе обучения был определен круг механизмов, пригодных для конструирования с использованием материальной базы общеобразовательной школы. К таким механизмам относятся следующие: велосипед, сортировочка, стопоходящий механизм, круговая линейка и т.д.

Была разработана рабочая программа элективного курса «Механизмы Чебышева», благодаря применения которой появилась возможность повысить уровень инженерных компетенций обучающихся средней общеобразовательной школы 7-9 классов. После апробации элективного курса проанализированы результаты показателей уровня развитости общетехнических способностей, инженерных компетенций учащихся и сделан вывод о том, что курс показал свою успешность и выполнил задачи, поставленные перед введением элективного курса. Поведен отбор содержание для тематического планирования курса.

В процессе реализации рабочей программы постепенно были составлены методические рекомендации для учителя, которые помогут повысить эффективность внедрения элективного курса в процесс обучения.

Выполнив все вышеперечисленные задачи, была достигнута цель по разработке и апробации рабочей программы элективного курса для учащихся 7-9 классов общеобразовательной школы по изготовлению механизмов Чебышева, позволяющую развивать инженерные компетенции учащихся.

### Библиографический список

1. Артоболевский И.И. Механизмы в современной технике.. - Том 1 изд. - М.: Наука, 1979. - 496 с.
2. Букин, а. И. Структурный анализ кинематических пар механизма / а. И. Букин, и. О. Черняев. — текст : непосредственный // молодой ученый. — 2020. — № 23 (313). — с. 90-93. — url: <https://moluch.ru/archive/313/71202/> (дата обращения: 09.12.2020).
3. Васютина Н.Ю. Компетентности и компетентностный подход в современном образовании [Электронный ресурс] // <http://открытыйурок.рф> [сайт]. URL: <http://открытыйурок.рф/статьи/581708> (дата обращения 10.02.2022).
4. Волков Ю.П., Тушкина Т.М., Третьяков А.М. Транспортное средство с двигателем на основе механизма Чебышева // Южно-сибирский научный вестник. - 2017. - №4. - С. 293-296.
5. Воробьева, И. М. Усиление роли инженерного образования и практической составляющей образовательных программ в техническом вузе / и. М. Воробьева. — текст : непосредственный // молодой ученый. — 2015. — № 11 (91). — с. 1304-1307. — [Электронный ресурс] <https://moluch.ru/archive/91/19565/>
6. Выготский Л. С. Лекции по психологии: учеб. Пособие – м.: эксмо, 2005. – 64 с.
7. Выготский Л. С. Мышление и речь: монография. – м.: лабиринт, 1999. – 352 с.
8. Галашкина, ю. М. Теоретический аспект компетентности. Виды компетенции. Формирование компетенции как фактора конкурентоспособности работника / Ю. М. Галашкина. — текст : непосредственный // вопросы экономики и управления. — 2016. — № 5 (7). — с. 138-142. — [Электронный ресурс] <https://moluch.ru/th/5/archive/44/1525/>

9. Жигалин А. В. Развитие уровня технического мышления на занятиях по электротехнике в сельской общеобразовательной школе / А. В. Жигалин. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2018. — № 43 (229). — С. 286-288. — [Электронный ресурс] <https://moluch.ru/archive/229/53220/>
10. Загвязинский в. И. Методология и методы психолого-педагогического исследования: учеб. Пособие для студентов вузов. 6-е изд., стер. / в. И. Загвязинский, р. Артаханов – м.: академия, 2012. – 208 с.
11. Закирова, д. А. Бидифференциальный механизм / д. А. Закирова. — текст : непосредственный // молодой ученый. — 2017. — № 6 (140). — с. 38-40. — url: <https://moluch.ru/archive/140/38528/> (дата обращения: 11.12.2020).
12. Концепция специализированного инженерного класса как базовой (первой) ступени инженерного образования в МАОУ «Экономический лицей» г. Бердска Новосибирской области [Электронный ресурс] // <http://el.edu.ru>
13. Кичаев Е.К. К 46 Теория механизмов и машин: учеб. пособ. 2-е издание, перераб. / Е.К. Кичаев, А.М. Лашманов, П.Е. Кичаев, Л.А. Довнар. – Самара: Самарс. Гос. техн. ун-т, 2012. – 232 с.: ил.
14. Кузнецова, д. А. Особенности развития мышления в подростковом возрасте / д. А. Кузнецова, о. А. Братцева. — текст : непосредственный // молодой ученый. — 2018. — № 22 (208). — с. 285-288. Путь доступа [<https://moluch.ru/archive/208/50908/>]
15. Леонард А. В., Цикловой механизм шагания с направляющей // Известия высших учебных заведений. - 2011. - №10. - С. 18-22.
16. Марфицын С. В., Марфицын В. П. Применение полиномов Чебышева 1-го рода для описания устойчивых состояний металла при постоянных и переменных нагрузках // Вестник Курганского государственного университета. - 2016. - №3. - С. 96-98.
17. Материалы к четвертому заседанию методологического семинара 16 ноября 2004 г. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2004. – 84 с.

18. Методология TUNING: компетентностный подход при определении содержания образовательных программ [Электронный ресурс] // <http://www.unn.ru> [сайт]. URL: [http://www.unn.ru/books/met\\_files/gor\\_pon\\_rus\\_activ.pdf](http://www.unn.ru/books/met_files/gor_pon_rus_activ.pdf) (дата обращения 22.08.2021).
19. Механизмы Чебышева // Механизмы П.Л. Чебышева URL: <https://www.tcheb.ru/> (дата обращения: 26.11.2020).
20. Молоткова Н.В., Свиряева М.А. модель компетенции современного Инженера как основа проектирования образовательной программы. // вопросы Современной науки и практики. Университет им. В.и. вернадского.. / Тамбовский государственный технический университет - 2009. - С. 7.
21. Новиков А. М. Методология научного исследования: учеб. Пособие / а. М. Новиков, д. А. Новиков – м.: либроком, 2010. – 280 с.
22. О роли моделей механизмов П. Л. Чебышева в истории науки и техники // КиберЛенинка URL:( <https://cyberleninka.ru/article/n/o-rol-i-modeley-mehanizmov-p-l-chebysheva-v-istorii-nauki-i-tehniki/viewer>)
23. Перевалова М.Н. Развитие инженерных компетенций школьника средствами элективных дисциплин // ВЕСТНИК ТОГИРРО. - 2019. - №1 (42). - С. 35-36.
24. Перечень компетенций, необходимых для осуществления практической инженерной деятельности [Электронный ресурс] // <http://icc.tomsktpp.ru> [сайт]. URL: [http :// icc. tomsktpp. ru /переченькомпетенций-необходимых-дл/](http://icc.tomsktpp.ru/переченькомпетенций-необходимых-дл/) (дата обращения 08.10.2021).
25. Пирумов А.Р. Качественное инженерное образование как основа технологической и экономической безопасности России / Пирумов А.Р. //Власть. – 2015. – №2. – С. 69-71.ь
26. Приказ Минобрнауки России от 17 декабря 2010 года № 1897 «Об утверждении и введении в действие федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования».

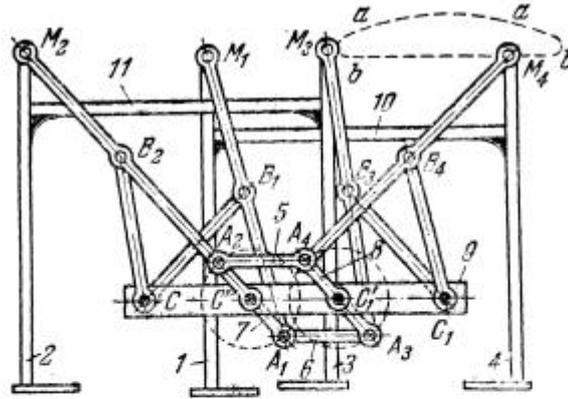
27. Пяткова А. К., Хора А. Ю., Янкина А.А. Структурно-параметрическое исследование плоско-рычажного механизма П.Л. Чебышева с внесением авторских изменений // Современная наука: актуальные вопросы, достижения и инновации. - 2020. - С. 101-103.
28. Рубинштейн с. Л. Основы общей психологии: учеб. Пособие – спб.: изд-во «питер», 2007. – 713 с.
29. Рубинштейн с. Л. Принципы и пути развития психологии: учеб. Для вузов – м.: изд-во «Академии наук СССР», 1959. – 54 с.
30. Селиванов в. С. Основы общей педагогики: теория и методика воспитания: учеб. Пособие – м.: академия, 2008. 165 с.
31. Скаткин н. М. Методология и методика педагогических исследований: учеб. Для вузов – м.: педагогика, 1986.
32. Стопоходящая машина Чебышёва // [Электронный ресурс], путь доступа:[https://pikabu.ru/story/stopokhodyashchaya\\_mashina\\_chebyishyova\\_4333586](https://pikabu.ru/story/stopokhodyashchaya_mashina_chebyishyova_4333586)
33. ФГОС основного общего образования (5 - 9 кл.) [Текст]: утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 17 декабря 2010 г. № 1897/ Министерство образования и науки Российской Федерации. – Москва: 2010 г;
34. Чебышев П.Л. Теория механизмов. - 2-е изд. - М.Л.: академия наук СССР, 1945. - 247 с.
35. Чебышев, П.Л. о преобразовании вращательного движения в движение по некоторым линиям при помощи сочленённых систем. Полное собрание сочинений / П.Л. Чебышёв. – том IV. – Теория механизмов. – М.-Л.: изд-во Академия наук СССР, 1948. – с.161–166.
36. Чебышев П.Л. Избранные труды. Москва: Издательство Академии Наук СССР, 1955. - Серия «Классики науки». Ред. И.М. Виноградов - М.: АН СССР, 1955. - 929 с.

37. Шиповская С. В. Формирование инженерного мышления на занятиях робототехникой при обучении физике в средней школе / С. В. Шиповская. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2016. — № 15 (119). — С. 522-524. — URL: <https://moluch.ru/archive/119/33077/>
38. Шкляр м. Ф. Основы научных исследований: учеб. Пособие. 6-е изд. — м.: издательско-торговая корпорация «Дашков И.К.», 2017. — 208 с.

## Приложение

### Приложение 1

#### Шарнирно-рычажный переступающий механизм Чебышева



Длины звеньев механизма удовлетворяют условиям:

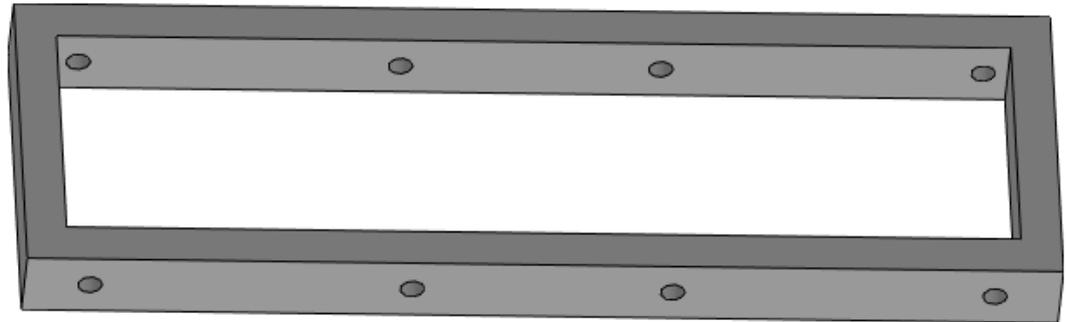
$$\begin{aligned}
 A_1B_1 = B_1C = B_1M_1 = A_2B_2 = B_3C = B_2M_2 = A_3B_3 = \\
 = B_3C_1 = B_3M_3 = A_4B_4 = B_4C_1 = B_4M_4 = 1; \\
 A_1C' = A_2C' = A_3C'_1 = A_4C'_1 = 0,355; \\
 CC' = C_1C'_1 = 0,785; \quad A_2A_4 = A_1A_3 = C'C'_1 = 0,634.
 \end{aligned}$$

Механизм состоит из четырех одинаковых лямбдообразных прямых Чебышева:

$$C'A_1B_1C; \quad C'A_2B_2C; \quad C'_1A_3B_3C'_1 \text{ и } C'_1A_4B_4C'_1.$$

*Рисунок 17- Соотношения звеньев шарнирно-рычажного механизма*

Модели деталей Стопоходящего механизма



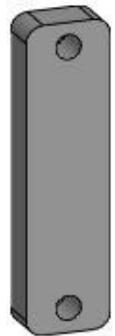
*Рисунок 18- Каркас*



*Рисунок 21- Звено меньшее*



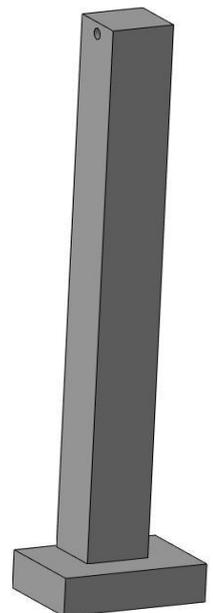
*Рисунок 19-звено лямбда механизм*



*Рисунок 20- звено среднее*

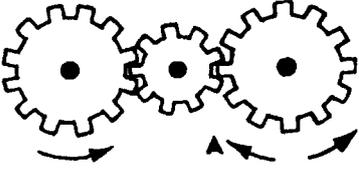
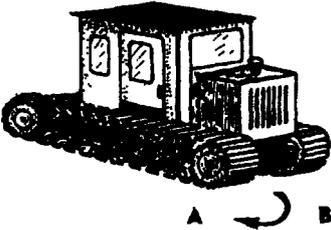
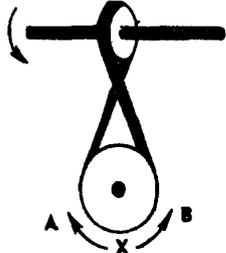
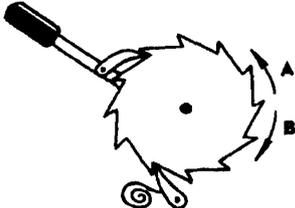
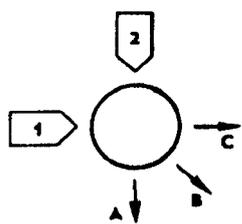
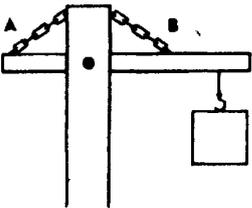


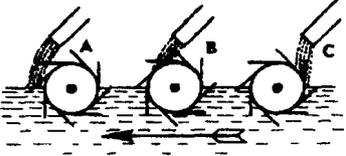
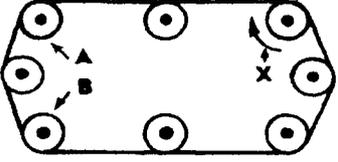
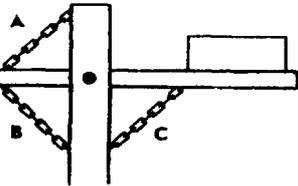
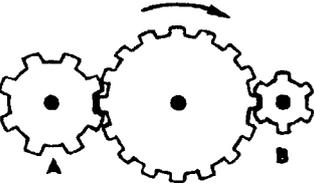
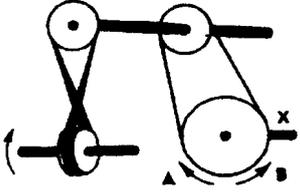
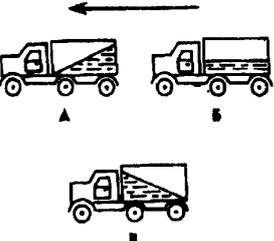
*Рисунок 22- основное звено лямбда механизма*

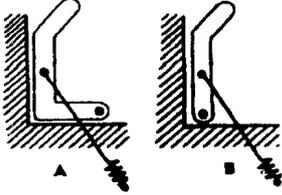
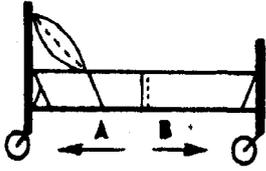
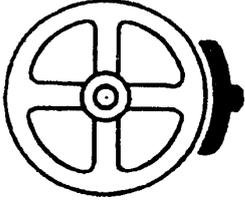
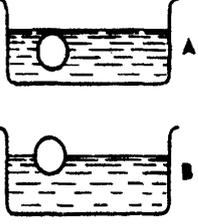
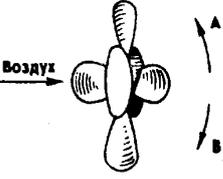


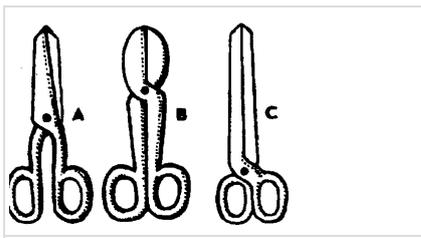
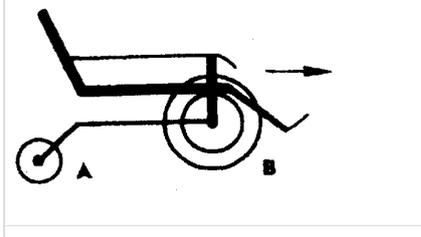
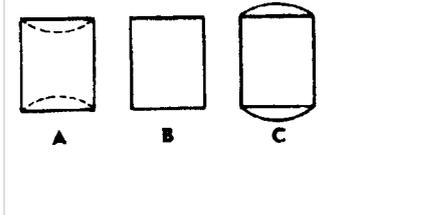
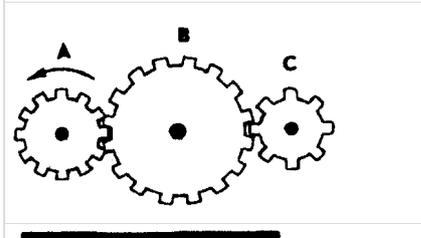
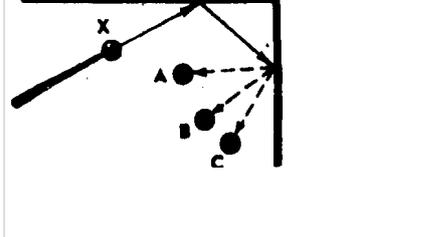
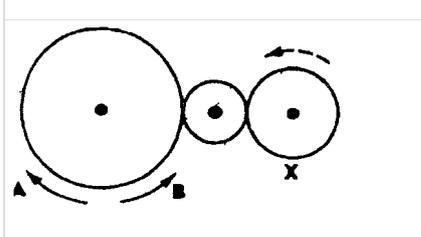
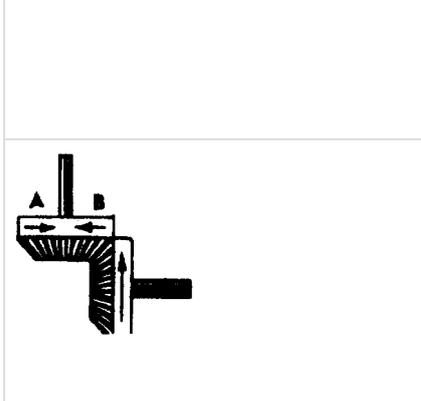
*Рисунок 23- переступающий элемент*

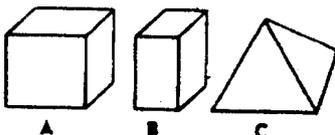
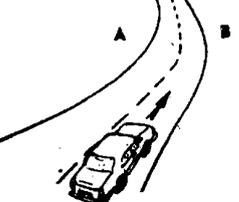
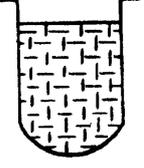
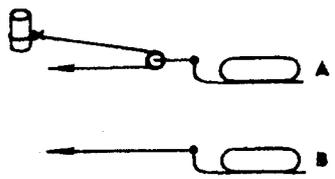
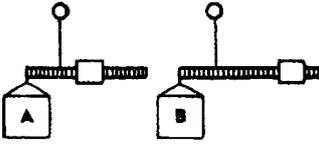
Тест Беннета

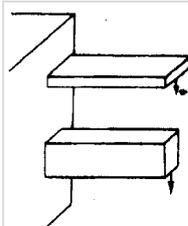
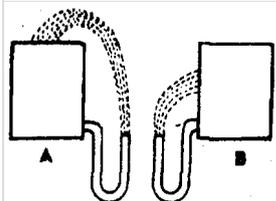
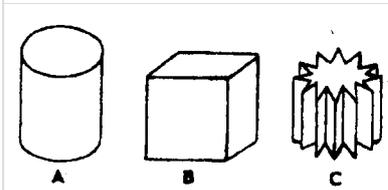
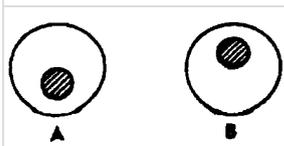
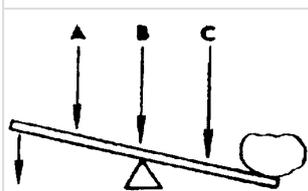
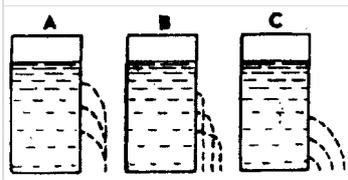
	<p>1. Если левая шестерня поворачивается в указанном стрелкой направлении, то в каком направлении будет поворачиваться правая шестерня?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В направлении стрелки А</li> <li>2. В направлении стрелки В.</li> <li>3. Не знаю</li> </ol>
	<p>2. Какая гусеница должна двигаться быстрее, чтобы трактор поворачивался в указанном стрелкой направлении?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Гусеница А</li> <li>2. Гусеница В</li> <li>3. Не знаю</li> </ol>
	<p>3. Если верхнее колесо вращается в направлении, указанном стрелкой, то в каком направлении вращается нижнее колесо?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В направлении А</li> <li>2. В обоих направлениях</li> <li>3. В направлении В</li> </ol>
	<p>4. В каком направлении будет двигаться зубчатое колесо, если ручку слева двигать вниз и вверх в направлении пунктирных стрелок?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вперед-назад по стрелкам А—В</li> <li>2. В направлении стрелки А.</li> <li>3. В направлении стрелки В</li> </ol>
	<p>5. Если на круглый диск, указанный на рисунке, действуют одновременно две одинаковые силы 1. и 2, то в каком направлении будет двигаться диск?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В направлении, указанно? стрелкой А.</li> <li>2. В направлении стрелки В</li> <li>3. В направлении стрелки С</li> </ol>
	<p>6. Нужны ли обе цепи, изображение на рисунке, для поддержки груза, или достаточно только одной? Какой?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Достаточно цепи А.</li> <li>2. Достаточно цепи В.</li> <li>3. Нужны обе цепи.</li> </ol>

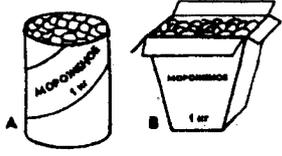
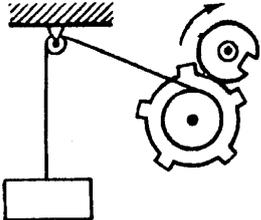
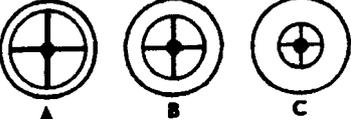
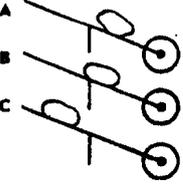
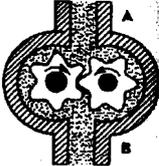
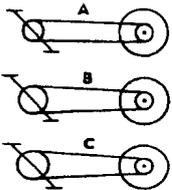
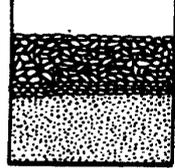
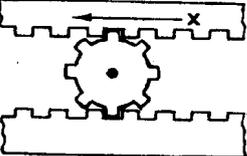
	<p>7. В речке, где вода течет в направлении, указанном стрелкой, установлены три турбины. Из труб над ними падает вода. Какая из турбин будет вращаться быстрее?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.</li> <li>2.</li> <li>3.</li> </ol>
	<p>8. Какое из колес, А или В, будет вращаться в том же направлении, что и колесо Х?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.</li> <li>2.</li> <li>3. Оба колеса.</li> </ol>
	<p>9. Какая цепь нужна для поддержки груза?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.</li> <li>2.</li> <li>3.</li> </ol>
 <p>Ведущая шестерня</p>	<p>10. Какая из шестерен вращается в том же направлении, что и ведущая шестерня? А может быть, в этом направлении не вращается ни одна из шестерен?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.</li> <li>2.</li> <li>3. Не вращается ни одна.</li> </ol>
	<p>11. Какая из осей, А или В, вращается быстрее или обе оси вращаются с одинаковой скоростью? Ось А вращается быстрее. Ось В вращается быстрее. Обе оси вращаются с одинаковой скоростью</p>
	<p>12. Если нижнее колесо вращается в направлении, указанном стрелкой, то в каком направлении будет вращаться ось X?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В направлении стрелки А.</li> <li>2. В направлении стрелки В.</li> <li>3. В том и другом направлениях.</li> </ol>
	<p>13. Какая из машин с жидкостью в бочке тормозит?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. А</li> <li>2. Б</li> <li>3. В</li> </ol>

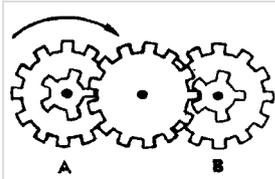
	<p>14. В каком направлении будет вращаться вертушка, приспособленная для полива, если в нее пустить воду под напором? В обе стороны. В направлении стрелки А В направлении стрелки В</p>
	<p>15. Какая из рукояток будет держаться под напряжением пружины? 1. Не будут держаться обе. 2. Будет держаться рукоятка А. 3. Будет держаться рукоятка В.</p>
	<p>16. В каком направлении кровать передвигали в последний раз? 1. В направлении стрелки А. 2. В направлении стрелки В. 3. Не знаю.</p>
	<p>17. Колесо и тормозная колодка изготовлены из одного и того же материала. Что быстрее износится: колесо или колодка? 1. Колесо износится быстрее. 2. Колодка износится быстрее. 3. И колесо, и колодка износятся одинаково.</p>
	<p>18. Одинаковой ли плотности жидкостями заполнены емкости или одна из жидкостей более плотная, чем другая (шары одинаковые)? 1. Обе жидкости одинаковые по плотности. 2. Жидкость А плотнее. 3. Жидкость В плотнее.</p>
	<p>19. В каком направлении будет вращаться <u>вентилятор</u> под напором воздуха? 1. В направлении стрелки А. 2. В направлении стрелки В. 3. В том и другом направлениях.</p>
	<p>20. В каком положении остановится диск после свободного движения по указанной линии? 1. В какого угодно. 2. В положении А. 3. В положении В.</p>

	<p>21. Какими ножницами легче резать лист железа?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.</li> <li>2.</li> <li>3.</li> </ol>
	<p>22. Какое колесо кресла-коляски вращается быстрее при движении коляски?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Колесо А вращается быстрее.</li> <li>2. Оба колеса вращаются с одинаковой скоростью.</li> <li>3. Колесо В вращается быстрее.</li> </ol>
	<p>23. Как будет изменяться форма запаянной тонкостенной жестяной банки, если ее нагревать?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как показано на рисунке А.</li> <li>2. Как показано на рисунке В.</li> <li>3. Как показано на рисунке С.</li> </ol>
	<p>24. Какая из шестерен вращается быстрее?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.</li> <li>2.</li> <li>3.</li> </ol>
	<p>25. С каким шариком столкнется шарик X, если его ударить о преграду в направлении, указанном сплошной стрелкой?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. С шариком А.</li> <li>2. С шариком В.</li> <li>3. С шариком С.</li> </ol>
	<p>26. Допустим, что нарисованные колеса изготовлены из резины. В каком направлении нужно вращать ведущее колесо (левое), чтобы колесо X вращалось в направлении, указанном пунктирной стрелкой?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В направлении стрелки А.</li> <li>2. В направлении стрелки В.</li> <li>3. Направление не имеет значения.</li> </ol>
	<p>27. Если первая шестерня вращается в направлении, указанном стрелкой, то в каком направлении вращается верхняя шестерня?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В направлении стрелки А.</li> <li>2. В направлении стрелки В.</li> <li>3. Не знаю.</li> </ol>

	<p>28. Вес фигур А, В и С одинаковый. Какую из них труднее опрокинуть?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.</li> <li>2.</li> <li>3.</li> </ol>
	<p>29. Какими кусочками льда можно быстрее охладить стакан воды?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Куском на картинке А.</li> <li>2. Кусочками на картинке В.</li> <li>3. Куском на картинке С.</li> </ol>
	<p>30. На какой картинке правильно изображено падение бомбы из самолета?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. На картинке А.</li> <li>2. На картинке В.</li> <li>3. На картинке С.</li> </ol>
	<p>31. В какую сторону занесет эту машину, движущуюся по стрелке, на повороте?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В любую сторону.</li> <li>2. В сторону А.</li> <li>3. В сторону В.</li> </ol>
	<p>32. В емкости находится лед. Как изменится уровень воды по сравнению с уровнем льда после его таяния?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Уровень повысится.</li> <li>2. Уровень понизится.</li> <li>3. Уровень не изменится.</li> </ol>
	<p>33. Какой из камней, А или В, легче двигать?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.</li> <li>2. Усилия должны быть одинаковыми.</li> <li>3.</li> </ol>
	<p>34. Какая из осей вращается медленнее?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.</li> <li>2.</li> <li>3.</li> </ol>
	<p>35. Одинаков ли вес обоих ящиков или один из них легче?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ящик А легче.</li> <li>2. Ящик В легче.</li> </ol>

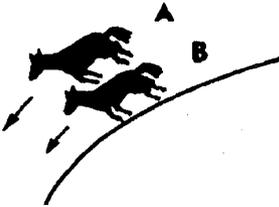
	<p>36. Бруски А и В имеют одинаковые сечения и изготовлены из одного и того же материала. Какой из брусков может выдержать больший вес?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оба выдержат одинаковую нагрузку.</li> <li>2.</li> <li>3.</li> </ol>
	<p>37. На какую высоту поднимется вода из шланга, если ее выпустить из резервуаров А и В, заполненных доверху.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как показано на рисунке А.</li> <li>2. Как показано на рисунке В.</li> <li>3. До высоты резервуаров.</li> </ol>
	<p>38. Какой из этих цельнометаллических предметов охладится быстрее, если их вынести горячими на воздух?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.</li> <li>2.</li> <li>3.</li> </ol>
	<p>39. В каком положении остановится деревянный диск со вставленным в него металлическим кружком, если диск катнуть?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В положении А.</li> <li>2. В положении В.</li> <li>3. В любом положении.</li> </ol>
	<p>40. В каком месте переломится палка, если резко нажать на ее конец слева?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В месте А.</li> <li>2. В месте В.</li> <li>3. В месте С.</li> </ol>
	<p>41. На какой емкости правильно нанесены риски, обозначающие равные объемы?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. На емкости А.</li> <li>2. На емкости В.</li> <li>3. На емкости С.</li> </ol>
	<p>42. На каком из рисунков правильно изображена вода, выливающаяся из отверстий сосуда?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. На рисунке А.</li> <li>2. На рисунке В.</li> <li>3. На рисунке С.</li> </ol>

	<p>43. В каком пакете мороженое растает быстрее?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В пакете А.</li> <li>2. В пакете В.</li> <li>3. Одинаково.</li> </ol>
	<p>44. Как будет двигаться подвешенный груз, если верхнее колесо вращается в направлении стрелки?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Прерывисто вниз.</li> <li>2. Прерывисто вверх.</li> <li>3. Непрерывно вверх.</li> </ol>
	<p>45. Какое из колес, изготовленных из одинакового материала, будет вращаться дольше, если их раскрутить до одинаковой скорости?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.</li> <li>2.</li> <li>3.</li> </ol>
	<p>46. Каким способом легче везти камень гладкой дороге?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.</li> <li>2.</li> <li>3.</li> </ol>
	<p>47. В каком направлении будет двигаться вода в системе шестерчатого насоса, если его шестерня вращается в направлении стрелок?</p> <p>В сторону А. В сторону В. В обе стороны.</p>
	<p>48. При каком виде передачи подъем в гору на <a href="#">велосипеде</a> тяжелее?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. При передаче типа А.</li> <li>2. При передаче типа В.</li> <li>3. При передаче типа С.</li> </ol>
	<p>49. На дне емкости находится песок. Поверх него — галька (камешки). Как изменится уровень насыпки в емкости, если гальку и песок перемешать?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Уровень повысится.</li> <li>2. Уровень понизится.</li> <li>3. Уровень останется прежним.</li> </ol>
	<p>50. Зубчатая рейка X движется полметра в указанном стрелкой направлении. На какое расстояние при этом переместится центр шестерни?</p>



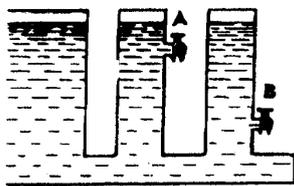
51. Какая из шестерен, А или В, вращается медленнее, или они вращаются с одинаковой скоростью?

1. Шестерня А вращается медленнее.
2. Обе шестерни вращаются с одинаковой скоростью.
3. Шестерня В вращается медленнее.



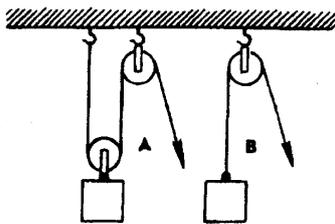
52. Какая из лошадок должна бежать на повороте быстрее для того, чтобы ее не обогнала другая?

- 1.
2. Обе должны бежать с одинаковой скоростью.
- 3.



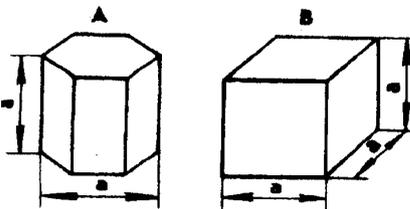
53. Из какого крана сильнее должна бить струя воды, если их открыть одновременно?

1. Из крана А.
2. Из крана В.
3. Из обоих одинаково.

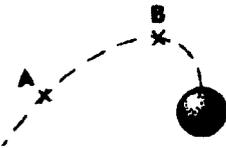


54. В каком случае легче поднять одинаковый по весу груз?

1. В случае А.
2. В случае В.
3. В обоих случаях одинаково.

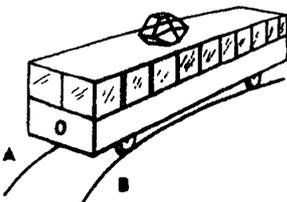


55. Эти тела сделаны из одного и того же материала. Какое из них имеет меньший вес? ело В. Оба тела одинаковы по весу.



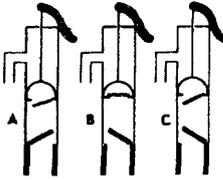
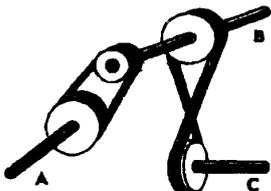
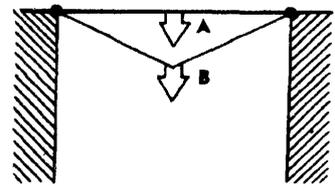
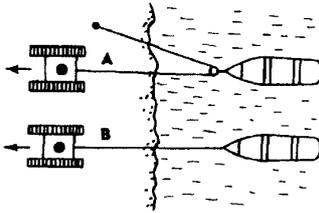
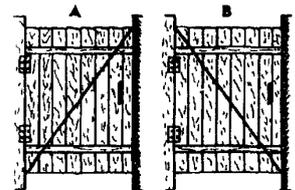
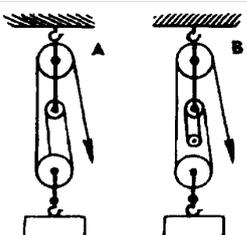
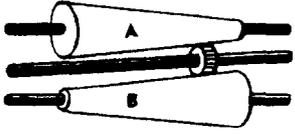
56. В какой точке шарик движется быстрее?

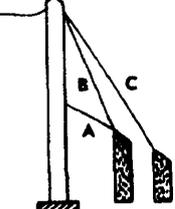
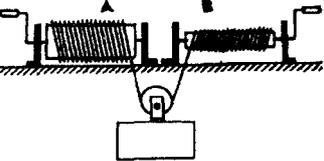
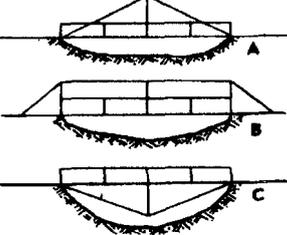
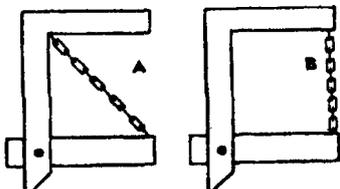
1. В обеих точках, А и В, скорость одинаковая.
2. В точке А скорость больше.
3. В точке В скорость больше.



57. Какой из двух рельсов должен быть выше на повороте.

1. Рельс А
- 2.
3. Оба рельса должны быть одинаковыми по высоте.

	<p>58. Как распределяется вес между крюками А и В?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сила тяжести на обоих крюках одинаковая.</li> <li>2. На крюке А сила тяжести больше.</li> <li>3. На крюке В сила тяжести больше.</li> </ol>
	<p>59. Клапаны какого насоса находятся в правильном положении?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.</li> <li>2.</li> <li>3.</li> </ol>
	<p>60. Какая из осей вращается медленнее?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ось А.</li> <li>2.</li> <li>3.</li> </ol>
	<p>61. Материал и сечения тросов А и В одинаковые. Какой из них выдержит большую нагрузку?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Трос А</li> <li>2. Трос В</li> <li>3. Оба троса выдержат одинаковую нагрузку.</li> </ol>
	<p>62. Какой из тракторов должен отъехать дальше для того, чтобы лодки остановились у берега?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.</li> <li>2. Трактор В</li> <li>3. Оба трактора должны отъехать на одинаковое расстояние</li> </ol>
	<p>63. У какой из калиток трос поддержки закреплен лучше?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. У обеих калиток закреплен одинаково.</li> <li>2. У калитки А закреплен лучше.</li> <li>3. У калитки В закреплен лучше.</li> </ol>
	<p>64. Какой талью легче поднять груз?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Талью А</li> <li>2.</li> <li>3. Обеими тальями одинаково</li> </ol>
	<p>65. На оси Х находится ведущее колесо, вращающее конусы. Какой из них будет вращаться быстрее?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Конус А</li> <li>2. Оба конуса будут вращаться одинаково.</li> <li>3. Конус В</li> </ol>

	<p>66. Если маленькое колесо будет вращаться в направлении, указанном стрелкой, то как будет вращаться большое?  В направлении стрелки А В обе стороны.  3. В направлении стрелки В</p>
	<p>67. Какой из тросов удерживает столб надежней  1.  2. Трос В  3.</p>
	<p>68. Какой из лебедок труднее поднимать груз  1. Лебедкой А  2. Обеими лебедками одинаково.  3.</p>
	<p>69. Если необходимо поддержать стальным тросом построенный через реку мост, то как целесообразнее закрепить трос?  1. Как показано на рис. А.  2. Как показано на рис В.  3. Как показано на рис. С.</p>
	<p>70. Какая из цепей менее напряжена?  1. Цепь А  2.  3. Обе цепи напряжены одинаково</p>

## Ключ к тесту Беннета

Номер задания	Правильный ответ	Номер задания	Правильный ответ	Номер задания	Правильный ответ
1	2	25	2	48	1
2	2	26	2	49	2
3	1	27	1	50	3
4	3	28	3	51	2
5	2	29	2	52	1
6	2	30	1	53	2
7	3	31	3	54	1
8	3	32	2	55	1
9	2	33	1	56	2
10	3	34	3	57	1
11	2	35	1	58	1
12	2	36	3	59	2
13	3	37	2	60	1
14	3	38	3	61	2
15	2	39	1	62	1
16	2	40	2	63	3
17	2	41	1	64	2
18	3	42	2	65	1
19	2	43	2	66	2
20	3	44	1	67	3
21	2	45	3	68	1
22	1	46	1	69	2
23	3	47	1	70	1
24	3				