

Научная статья  
УДК 373.545  
ББК 74.262.23  
ГРНТИ 14.25.09  
ВАК 5.8.2.  
PACS 01.40.-d  
OCIS 000.2060  
MSC 00A79

## Результаты контроля знаний по законам сохранения в механике в инженерном лицее

И. А. Шарнина <sup>1</sup>

*Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение «Губернаторский инженерный лицей № 102», 432064, Ульяновск, Россия*

Поступила в редакцию 11 августа 2023 года

После переработки 21 августа 2023 года

Опубликована 30 сентября 2023 года

---

**Аннотация.** Рассматриваются теоретические и методические проблемы преподавания темы по законам сохранения в механике в инженерном лицее. Представлены результаты педагогического эксперимента по контролю знаний по законам сохранения в механике в инженерном лицее.

**Ключевые слова:** физика, механика, законы сохранения, педагогический эксперимент, инженерный лицей

---

### Введение

Целью исследования является выявление особенностей контроля знаний по законам сохранения в механике в девятом классе инженерного лицея, проверка эффективности используемой методики контроля знаний по законам сохранения в механике в девятом классе инженерного лицея.

Задачи исследования состоят в выявлении признаков и особенностей контроля знаний по законам сохранения в механике в девятом классе инженерного лицея; применении современных методов контроля знаний по законам сохранения в механике в девятом классе инженерного лицея; проведении анализа полученных результатов педагогического эксперимента.

Объектом исследования является процесс обучения физике в девятом классе инженерного лицея.

Предметом исследования является совокупность методов контроля знаний по законам сохранения в механике в девятом классе инженерного лицея.

Гипотеза исследования состоит в том, что если использовать совокупность методов контроля знаний по законам сохранения в механике в девятом классе инженерного лицея, то можно успешно диагностировать эффективность обучения физике в девятом классе инженерного лицея.

---

<sup>1</sup>E-mail: [innasarnina646@gmail.com](mailto:innasarnina646@gmail.com)

Научная новизна работы заключается в использовании современных методов контроля знаний по законам сохранения в механике при изучении физики в девятом классе инженерного лицея.

Материалами исследования являются результаты успеваемости учащихся девятого класса инженерного лицея по теме, связанной с изучением законов сохранения в механике.

В качестве метода исследования на эмпирическом уровне использовано проведение педагогического эксперимента в девятом классе инженерного лицея.

Теоретическая значимость исследования заключается в том, что проанализированы методы контроля знаний по законам сохранения в механике при изучении физики в девятом классе инженерного лицея.

Практическая значимость исследования заключается в выявлении характерных особенностей методов контроля знаний по законам сохранения в механике в девятом классе инженерного лицея, которые могут быть использованы в качестве материалов для контроля теоретических знаний на уроках физики в девятом классе инженерного лицея.

## Обзор

При изучении многомерных систем законов сохранения люди сталкиваются с большими трудностями, чем при изучении одномерных систем. К трудностям относятся характерная граница, свободная граница, связанная с неизвестными нелинейными волнами, различная структура нелинейных волн, уравнения смешанного типа, сильные особенности. Большинство из них связано со сложностью характеристик. В статье @auxrussian@auxenglish[1] дан обзор достигнутых успехов в изучении этой темы с приложениями к различным физическим проблемам, а также подчеркнем некоторые важные моменты для дальнейшего развития этой теории в будущем.

В статье [2] изложены концептуальные изменения учащихся в изучении столкновений с применением законов сохранения в механике.

В настоящее время учебные программы по физике часто строятся вокруг так называемых ключевых физических понятий, то есть понятий, актуальных для развития понимания во всех областях физики. Одним из таких понятий является энергия, и важным аспектом умения использовать понятие энергии является применение закона сохранения энергии. Умение применять закон сохранения механической энергии может помочь учащимся легче решать задачи, которые было бы относительно сложно решить, если бы их анализировали с точки зрения второго закона Ньютона. Такие задачи часто включают зависящие от времени силы или движение по произвольным траекториям, что делает их математическую обработку достаточно сложной. В этих ситуациях, если это применимо, предпочтительнее использовать закон сохранения механической энергии, чтобы связать переменные, описывающие два выбранных состояния наблюдаемой физической системы.

В статье [3] описаны результаты исследования, направленного на то, чтобы изучить эффективность традиционных школьных инструкций по сохранению механической энергии в кантоне Сараево. С этой целью проверили 441 старшеклассника из шести разных школ Сараево (Босния и Герцеговина) на предмет их способности применять закон сохранения механической энергии. В частности, студенты должны были решить 5 открытых задач, охватывающих концептуально разные ситуации. В каждом задании задавали ряд подвопросов, чтобы проверить, обладают ли студенты всеми необходимыми подкомпетенциями для систематических рассуждений о сохранении механической энергии. Кроме того, исследовали, как на представления студентов о сохранении механической энергии влиял выбор физической системы, а также выбор наблюдаемого интервала времени. Анализ данных проводился на уровне отдельных задач. Письменные ответы

студентов были проанализированы, и были зарегистрированы частоты наиболее заметных ответов студентов. В целом было показано, что большинство старшеклассников из Сараево не могут идентифицировать и различать внутренние, внешние, консервативные и неконсервативные силы. Также многие студенты считают, что применимость закона сохранения не зависит от выбранной физической системы и её эволюции во времени. В статье [3] показано, что использование закона сохранения учащимися старших классов в основном основано на запоминании аналогичного опыта решения задач, а не на соответствующих стратегических знаниях.

Эффективное образование представляет собой нечто большее, чем однонаправленную передачу информации: скорее, этот набор инструментов развивает и укрепляет отношение к окружающей среде, ценности и знания, а также формирует навыки, которые подготавливают отдельных лиц и сообщества к совместному осуществлению позитивных экологических действий. Образование также способствует установлению связей между полезными результатами исследований и практической практикой, создавая синергетические пространства, в которых заинтересованные стороны сотрудничают для решения динамических экологических проблем с течением времени. Из-за этого стремления к применению и повторению экологическое образование может принести прямую пользу окружающей среде и конкретно решать проблемы сохранения. Тем не менее, путь к достижению этих ощутимых результатов может быть извилистым, поскольку трудно производить надежные данные, документирующие изменения. Чтобы лучше понять области проведения исследований и реализации, в которых эти результаты экологического образования происходят, измеряются и сообщаются, в статье [4] провели систематический обзор исследований вклада экологического образования в сохранение и качество окружающей среды. Учитывая различия в дизайне исследований и данных, в статье [4] использовали смешанный подход к обзору; анализ 105 итоговых исследований задокументировал весьма положительные результаты экологического образования в целом и выявил продуктивные пространства для исследований и внедрения. Анализ хи-квадрат показал, что программы, сообщающие о прямых результатах, по сравнению с теми, которые сообщают о косвенных результатах, различаются по основной затронутой теме. Описательный анализ показал, что программы экологического образования, документирующие прямое воздействие, включали: акцент на локальных проблемах или местных аспектах более широких проблем; сотрудничество с учеными, менеджерами ресурсов и общественными организациями; интегрированные элементы действия; и преднамеренные структуры измерения и отчетности. Эти темы предлагают идеи разработки программ и документирования, а также дополнительные возможности для продуктивных исследований и реализации.

В статье [5] представлен алгоритм машинного обучения, который обнаруживает законы сохранения из дифференциальных уравнений как численно (параметризованные как нейронные сети), так и символически, обеспечивая их функциональную независимость (нелинейное обобщение линейной независимости). Модуль независимости можно рассматривать как нелинейное обобщение разложения по сингулярным числам. Метод может легко справиться с индуктивными смещениями для законов сохранения. В статье [5] подтверждается это на примерах, включая задачу трёх тел, уравнение Кортевега – Де Фриза и нелинейное уравнение Шрёдингера.

Законы сохранения являются ключевыми теоретическими и практическими инструментами для понимания, характеристики и моделирования нелинейных динамических систем. Однако для многих сложных систем трудно определить соответствующие сохраняющиеся величины, что затрудняет анализ их динамики и построение устойчивых прогностических моделей. Современные подходы к открытию законов сохранения часто зависят от подробной динамической информации или основаны на параметрических

методах глубокого обучения «чёрный ящик». Вместо этого в статье [6] переформулируют эту задачу как проблему обучения многообразию и предложим непараметрический подход к обнаружению сохраняющихся величин. В статье [6] тестируется этот новый подход на различных физических системах и демонстрируем, что наш метод способен как определять количество сохраняющихся величин, так и извлекать их значения. Используя инструменты теории оптимального переноса и многообразного обучения, предложенный в статье [6] метод обеспечивает прямой геометрический подход к выявлению законов сохранения, который является надёжным и интерпретируемым, не требуя ни явной модели системы, ни точной информации о времени.

## Результаты педагогического эксперимента

В МБОУ Губернаторский инженерный лицей № 102 в 2022-2023 учебном году проводилась учебная дисциплина «Физика» в девятом классе в объёме трёх часов в неделю. При изучении физики в 2022-2023 учебном году в девятом классе на тему по законам сохранения в механике было запланировано 9 часов. На изучение раздела, связанного с изучением законов механики, отводится 31 час в 9 классе. На изучение подраздела по законам сохранения, механической работе и мощности отводится 9 часов. Темой первого урока из подраздела по законам сохранения, механической работе и мощности является тема «Импульс. Закон сохранения импульса. Реактивное движение». Темой второго урока из подраздела по законам сохранения, механической работе и мощности является тема «Решение задач на импульс и закон сохранения импульса». Темой третьего урока из подраздела по законам сохранения, механической работе и мощности является тема «Механическая работа и мощность». Темой четвертого урока из подраздела по законам сохранения, механической работе и мощности является тема «Решение задач на механическую работу и мощность». Темой пятого урока из подраздела по законам сохранения, механической работе и мощности является тема «Работа и потенциальная энергия». Темой шестого урока из подраздела по законам сохранения, механической работе и мощности является тема «Работа и кинетическая энергия». Темой седьмого урока из подраздела по законам сохранения, механической работе и мощности является тема «Закон сохранения механической энергии». Темой восьмого урока из подраздела по законам сохранения, механической работе и мощности является тема «Решение задач на закон сохранения механической энергии». Темой девятого урока из подраздела по законам сохранения, механической работе и мощности является тема «Контрольная работа № 3 по законам сохранения».

В результате изучения темы по законам сохранения ученик должен воспроизводить определения понятий и физических величин таких, как импульс силы, импульс тела, механическая работа, мощность, коэффициент полезного действия механизмов, потенциальная и кинетическая энергия; формулы работы, мощности, кинетической и потенциальной энергии; закон сохранения импульса, закон сохранения механической энергии. В результате изучения темы по законам сохранения ученик должен уметь объяснять физическое явление превращение потенциальной и кинетической энергии из одного вида в другой. В результате изучения темы по законам сохранения ученик должен уметь обобщать знания об энергетических характеристиках механических явлений и законах сохранения в механике. В результате изучения темы по законам сохранения ученик должен уметь интерпретировать предполагаемые или полученные выводы по решению задач по законам сохранения и описанию явлений при помощи законов сохранения механики. В результате изучения темы по законам сохранения ученик должен уметь оценивать свою деятельность в процессе учебного познания на уровне применения законов сохранения в нестандартных физических ситуациях.

Контрольная работа № 3 по законам сохранения проведена в 9 А классе 18.11.2022.

По результатам контрольной работы № 3 по законам сохранения, проведённой в 9 А классе 18.11.2022, было выставлено 7 отметок «отлично», 10 отметок «хорошо», 6 отметок «удовлетворительно», 0 отметок «не удовлетворительно», 5 учеников было не аттестованы по причине отсутствия на занятии. На уроке, проведённом 18.11.2022, абсолютная успеваемость составила 82.1%, что свидетельствует о допустимом уровне абсолютной успеваемости. На уроке, проведённом 18.11.2022, качественная успеваемость составила 60.7%, что свидетельствует об оптимальном уровне качественной успеваемости. На уроке, проведённом 18.11.2022, степень обученности учащихся составила 56.8%, что свидетельствует о допустимом или конструктивном уровне обученности. Достижение конструктивного уровня обученности позволяет реализовывать достаточный уровень запоминания и понимания теоретического материала по избранной теме по законам сохранения в механике. На уроке, проведённом 18.11.2022, первый или высший уровень требований составляет 55.6%, второй или средний уровень требований составляет 32.3%, третий или низкий уровень требований составляет 15.6%. На уроке, проведённом 18.11.2022, среднее значение отметок составляет 3.321. На уроке, проведённом 18.11.2022, среднее квадратичное отклонение от среднего арифметического значения составляет 1.849. На уроке, проведённом 18.11.2022, экспериментальное значение хи-квадрат составляет 9.5, что меньше, чем критическое теоретическое значение хи-квадрат для уровня значимости 0.01 и числа степеней свободы 5, равного 15.08627, поэтому подтверждается основная гипотеза.

## Заключение

В качестве результатов педагогического эксперимента достигнут конструктивный уровень обученности учащихся при изучении темы по законам сохранения в механике.

Гипотеза исследования, состоящая в том, что если использовать совокупность методов контроля знаний по законам сохранения в механике в девятом классе инженерного лицея, то можно успешно диагностировать эффективность обучения физике в девятом классе инженерного лицея, подтверждена полностью.

Выделены и обоснованы принципы проектирования методики контроля знаний по законам сохранения в механике в девятом классе инженерного лицея, отражающие современные особенности изучения физики в девятом классе инженерного лицея. Выявлены характерных особенностей преподавания темы по законам в курсе физики основной школы для создания и совершенствования методических материалы по теме, связанной с изучением законов сохранения, которые могут быть использованы в качестве основных материалов на уроках физики в девятом классе инженерного лицея.

## Список использованных источников

1. Chen Shuxing. Study of multidimensional systems of conservation Laws: problems, difficulties and progress // Proceedings of the International Congress of Mathematicians 2010 (ICM 2010). — Published by Hindustan Book Agency (HBA), India. WSPC Distribute for All Markets Except in India, 2011. — jun. — URL: [https://doi.org/10.1142/9789814324359\\_0126](https://doi.org/10.1142/9789814324359_0126).
2. Understanding conservation laws in mechanics: Students' conceptual change in learning about collisions / N. Grimellini-Tomasini [et al.] // Science Education. — 1993. — apr. — Vol. 77, no. 2. — P. 169–189. — URL: <https://doi.org/10.1002/sce.3730770206>.
3. Students' difficulties in applying the law of conservation of mechanical energy: results of a survey research / Asila Halilović [et al.] // The European Educational Researcher. —

2021. — jun. — Vol. 4, no. 2. — P. 171–192. — URL: <https://doi.org/10.31757/euer.423>.
4. Ardoin Nicole M., Bowers Alison W., Gaillard Estelle. Environmental education outcomes for conservation: a systematic review // *Biological Conservation*. — 2020. — jan. — Vol. 241. — P. 108224. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108224>.
  5. Liu Ziming, Madhavan Varun, Tegmark Max. Machine learning conservation laws from differential equations // *Physical Review E*. — 2022. — oct. — Vol. 106, no. 4. — URL: <https://doi.org/10.1103/physreve.106.045307>.
  6. Lu Peter Y., Dangovski Rumen, Soljačić Marin. Discovering conservation laws using optimal transport and manifold learning // *Nature Communications*. — 2023. — aug. — Vol. 14, no. 1. — URL: <https://doi.org/10.1038/s41467-023-40325-7>.

**Сведения об авторах:**

**Инна Алексеевна Шарнина** — учитель физики Муниципального бюджетного общеобразовательного учреждения «Губернаторский инженерный лицей №102», 432064, Ульяновск, Россия.

E-mail: [innasarnina646@gmail.com](mailto:innasarnina646@gmail.com), [asunayuuki6666@mail.ru](mailto:asunayuuki6666@mail.ru)

ORCID iD  0000-0002-9777-7996

Web of Science ResearcherID  ABI-2941-2020

Original article  
 PACS 01.40.-d  
 OCIS 000.2060  
 MSC 00A79

## The results of knowledge control on the laws of conservation in mechanics in the engineering lyceum

I. A. Sharnina 

*Municipal Budgetary Educational Institution “Governor Engineering Lyceum № 102”, 432064, Ulyanovsk, Russia*

Submitted August 11, 2023  
 Resubmitted August 21, 2023  
 Published September 30, 2023

---

**Abstract.** Theoretical and methodological problems of teaching the topic on the laws of conservation in mechanics at an engineering lyceum are considered. The results of a pedagogical experiment on the control of knowledge on the laws of conservation in mechanics at an engineering lyceum are presented.

**Keywords:** physics, mechanics, conservation laws, pedagogical experiment, engineering lyceum

---

### References

1. Chen Shuxing. Study of multidimensional systems of conservation Laws: problems, difficulties and progress // Proceedings of the International Congress of Mathematicians 2010 (ICM 2010). — Published by Hindustan Book Agency (HBA), India. WSPC Distribute for All Markets Except in India, 2011. — jun. — URL: [https://doi.org/10.1142/9789814324359\\_0126](https://doi.org/10.1142/9789814324359_0126).
2. Understanding conservation laws in mechanics: Students’ conceptual change in learning about collisions / N. Grimellini-Tomasini [et al.] // Science Education. — 1993. — apr. — Vol. 77, no. 2. — P. 169–189. — URL: <https://doi.org/10.1002/sce.3730770206>.
3. Students’ difficulties in applying the law of conservation of mechanical energy: results of a survey research / Asila Halilović [et al.] // The European Educational Researcher. — 2021. — jun. — Vol. 4, no. 2. — P. 171–192. — URL: <https://doi.org/10.31757/euer.423>.
4. Ardoin Nicole M., Bowers Alison W., Gaillard Estelle. Environmental education outcomes for conservation: a systematic review // Biological Conservation. — 2020. — jan. — Vol. 241. — P. 108224. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108224>.
5. Liu Ziming, Madhavan Varun, Tegmark Max. Machine learning conservation laws from differential equations // Physical Review E. — 2022. — oct. — Vol. 106, no. 4. — URL: <https://doi.org/10.1103/physreve.106.045307>.

6. Lu Peter Y., Dangovski Rumen, Soljačić Marin. Discovering conservation laws using optimal transport and manifold learning // Nature Communications. — 2023. — aug. — Vol. 14, no. 1. — URL: <https://doi.org/10.1038/s41467-023-40325-7>.

**Information about authors:**

**Inna Alekseevna Sharnina** — physics teacher at the Municipal Budgetary Educational Institution “Governor Engineering Lyceum № 102”, 432064, Ulyanovsk, Russia.

E-mail: [innasarnina646@gmail.com](mailto:innasarnina646@gmail.com), [asunayuuki6666@mail.ru](mailto:asunayuuki6666@mail.ru)

ORCID iD  0000-0002-9777-7996

Web of Science ResearcherID  ABI-2941-2020