

Методические рекомендации по совершенствованию преподавания учебного предмета «Физика» на основе анализа результатов ЕГЭ - 2024 в Кировской области

Исупов Михаил Васильевич,

канд. пед. наук, директор

*КОГОАУ «Кировский физико-математический лицей»,
председатель региональной предметной комиссии по физике,*

Ярославцев Виктор Леонидович,

методист кафедры предметных областей

КОГОАУ ДПО «ИРО Кировской области»

Количество участников ЕГЭ по физике в абсолютном значении в 2024 году сохранилась (628 участников, годом ранее – 666), но в относительном значении незначительно увеличилась (на 0,26%), впервые с 2020 года. Это связано с целенаправленной работой по популяризации изучения физики в Кировской области и принятии дополнительных мер социальной поддержки учителей физики со стороны Губернатора Кировской области и Правительства региона, создания условий для изучения физики за счет появления в общеобразовательных организациях области школьных кванториумов и центров «Точка роста» и целенаправленной работе от областного методического объединения учителей инженерно-технических направлений до школьных методических объединений. В этом году успешно реализован региональный проект «Педагогический десант» (проведение методических мероприятий с учителями физики на базе опорных школ в образовательных округах с привлечением учителей физики, имеющих высокий уровень преподавания физики, входящих в предметные комиссии по проверке ЕГЭ). Еще одной проблемой, связанной со снижением количества выпускников, выбравших экзамен по физике, это зачет при поступлении на инженерные специальности в ВУЗы результатов ЕГЭ по информатике. Совместное сравнение количественных показателей ЕГЭ по физике и информатике последних лет явно говорит о смещении интересов абитуриентов при выборе вступительных испытаний в сторону информатики (в прошлом году число выбравших ЕГЭ по информатике превысило показатели по физике, а текущем году тенденция сохранилась).

Динамика результатов ЕГЭ по предмету за последние 3 года

Таблица 1

| № п/п | Участников, набравших балл | Год проведения ГИА | | |
|-------|---------------------------------------|--------------------|---------|---------|
| | | 2022 г. | 2023 г. | 2024 г. |
| 1. | ниже минимального балла, % | 5,59% | 4,80% | 2% |
| 2. | от минимального балла до 60 баллов, % | 75,69% | 68,62% | 47% |
| 3. | от 61 до 80 баллов, % | 13,39% | 19,37% | 39% |
| 4. | от 81 до 100 баллов, % | 5,09% | 7,07% | 13% |

| № п/п | Участников, набравших балл | Год проведения ГИА | | |
|-------|----------------------------|--------------------|---------|---------|
| | | 2022 г. | 2023 г. | 2024 г. |
| 5. | Средний тестовый балл | 55,97 | 51,03 | 62,59 |

На основании таблицы 1. средний тестовый балл в регионе значительно увеличился (+11,56%) по сравнению с 2023 годом, однако в разрезе трех лет можно свидетельствовать о положительной динамике, хотя в прошлом году средний балл незначительно снизился в сравнении с последними несколькими годами. Высокий средний балл возможно связан с изменением структуры заданий (количество заданий уменьшилось).

Значительно (-2,80%) уменьшилось число участников, не преодолевших минимальный порог, что явно демонстрирует хороший уровень подготовки в ряде школ области. Вероятные причины этого – системная методическая работа с учителями физики региона через методические структуры от регионального до школьного уровня. Кроме этого, уменьшилось значение показателя от минимального до 60% (-21,62%), причины здесь те же, что в предыдущем показателе.

Значительно увеличился процент работ от 61 до 80 баллов (+19,63%), заметна положительная динамика и в зоне высокобалльных работ от 81 до 100 баллов (+5,93%). В области подготовлено 4 стобалльника (в 2023 году – 1 чел.). Рост данных результатов связан с целенаправленной работой единой региональной методической службой КОГОАУ ДПО «ИРО Кировской области» и принятием Губернатором Кировской области и Правительством региона мер социальной поддержки для учителей математики и физики.

В целом можно отметить тенденцию к положительной динамике результатов ЕГЭ по физике. Подобную дифференциацию можно обнаружить и анализируя результаты лицеев и школ с углубленным изучением предметов физико-математического профиля и школ, изучение физики в которых ведется на базовом уровне. Ожидаемо средний уровень подготовки учащихся лицеев и школ с профильными классами выше, о чем свидетельствуют доли участников, получивших тестовый балл выше 80 и выше 60 соответственно. Среди школ, демонстрирующих стабильно высокие результаты ЕГЭ по физике – МОАУ «Лицей № 21» города Кирова, КОГОАУ КФМЛ, МБОУ "Лицей" г. Кирово-Чепецка В качестве возможных причин положительных изменений следует отметить систематическую работу кафедры предметных областей и Центра непрерывного повышения профессионального мастерства педагогических работников образования КОГОАУ ДПО «ИРО Кировской области» по организации курсовой подготовки учителей физики, в которых традиционно принимают активно участие учителя отмеченных школ, и как слушатели, и как тьюторы, и как преподаватели. Конкретно – это квалификационные курсы «Повышение качества образовательных результатов по физике на основе анализа оценочных процедур», где особое внимание уделяется подготовке и проведению оценочных процедур (ВПР, ОГЭ, ЕГЭ) и «Организация физического эксперимента в соответствии с требованиями обновленных ФГОС», в ходе которых большое внимание уделяется организации и

проведению опытов, лабораторных работ и лабораторного практикума по физике с обязательным выполнением работ.

Краткая характеристика КИМ по учебному предмету

Изменилась структура КИМов: число заданий сокращено с 30 до 26, при этом в 1 части уменьшение составило 3 задания (интегрированное задание на распознавание графических зависимостей и два задания на определение соответствия формул и физических величин по механике), а во 2 части – 1 задание высокого уровня сложности (расчётная задача). Уменьшился общий объем проверяемых элементов содержания. Различные варианты КИМов основного дня сдачи ЕГЭ были сравнимы по сложности и хорошо согласовывались с тренировочными КИМами.

Основные статистические характеристики выполнения заданий КИМ в 2024 году

Таблица 1-9

| Номер задания в КИМ | Проверяемые элементы содержания / умения | Уровень сложности задания | Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации в группах участников экзамена с разными уровнями подготовки | | | | |
|---------------------|---|---------------------------|--|--|-------------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| | | | средний, % | в группе не преодолевших минимальный балл, % | в группе от минимального до 60 т.б. | в группе от 61 до 80 т.б. | в группе от 81 до 100 т.б. |
| 1 | Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы / Кинематика прямолинейного равномерного и равноускоренного движения. Графический метод решения задач на движение. График скорости. | Б | 83% | 0% | 73% | 94% | 98% |
| 2 | Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы / Зависимость силы трения от силы нормальной реакции, коэффициент трения / Табличное представление данных | Б | 93% | 40% | 88% | 100% | 100% |
| 3 | Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы / Равнодействующая сила. Импульс силы. | Б | 84% | 60% | 71% | 95% | 99% |
| 4 | Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы / Механические колебания. Пружинный маятник. Период свободных колебаний. | Б | 59% | 10% | 27% | 86% | 99% |
| 5 | Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики / Плавание тел. Сила Архимеда. | П | 58% | 30% | 42% | 67% | 93% |

| Номер задания в КИМ | Проверяемые элементы содержания / умения | Уровень сложности задания | Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации в группах участников экзамена с разными уровнями подготовки | | | | |
|---------------------|---|---------------------------|--|--|-------------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| | | | средний, % | в группе не преодолевших минимальный балл, % | в группе от минимального до 60 т.б. | в группе от 61 до 80 т.б. | в группе от 81 до 100 т.б. |
| 6 | Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики. Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы / Понимание вида графика зависимости кинематических величин от времени. | Б | 68% | 0% | 50% | 81% | 98% |
| 7 | Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы / МКТ идеального газа. Концентрация. Плотность газа. | Б | 69% | 0% | 48% | 88% | 98% |
| 8 | Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы / Первый закон термодинамики. Количество отданной теплоты. Изменение внутренней энергии. | Б | 77% | 60% | 66% | 84% | 98% |
| 9 | Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики / Графическое представление газовых процессов. Изменение температуры, концентрации, плотности газа при изопроцессах. | П | 69% | 0% | 47% | 89% | 99% |
| 10 | Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики / Графическое представление газовых процессов. Изменение концентрации, давления при изопроцессах. | Б | 74% | 25% | 55% | 91% | 100% |
| 11 | Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы / Графическое представление зависимости силы тока от времени. Определение по графику силы тока. | Б | 93% | 50% | 88% | 98% | 100% |

| Номер задания в КИМ | Проверяемые элементы содержания / умения | Уровень сложности задания | Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации в группах участников экзамена с разными уровнями подготовки | | | | |
|---------------------|---|---------------------------|--|--|-------------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| | | | средний, % | в группе не преодолевших минимальный балл, % | в группе от минимального до 60 т.б. | в группе от 61 до 80 т.б. | в группе от 81 до 100 т.б. |
| 12 | Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы / Движение зарядов в магнитном поле. Сила Лоренца | Б | 81% | 10% | 66% | 96% | 100% |
| 13 | Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы / Геометрическая оптика. Плоское зеркало. Углы падения и отражения | Б | 68% | 0% | 51% | 83% | 96% |
| 14 | Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики / Сила взаимодействия электрических зарядов. Соединение заряженных бусинок. | П | 48% | 20% | 30% | 57% | 92% |
| 15 | Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики / Постоянный электрический ток. Напряжение на участке цепи. Выделяющаяся электрическая мощность. | Б | 44% | 30% | 33% | 49% | 73% |
| 16 | Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы / Количество электронов в нейтральном атоме. | Б | 73% | 10% | 56% | 88% | 99% |
| 17 | Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики. Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы / Изменение числа нейтронов и массового числа ядра при электронном β -распаде ядра. | Б | 59% | 20% | 41% | 70% | 92% |

| Номер задания в КИМ | Проверяемые элементы содержания / умения | Уровень сложности задания | Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации в группах участников экзамена с разными уровнями подготовки | | | | |
|---------------------|--|---------------------------|--|--|-------------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| | | | средний, % | в группе не преодолевших минимальный балл, % | в группе от минимального до 60 т.б. | в группе от 61 до 80 т.б. | в группе от 81 до 100 т.б. |
| 18 | Правильно трактовать физический смысл изученных физических величин, законов и закономерностей / Разные разделы физики (импульс силы, механическая работа, газовые изопроцессы, конденсация, сила Кулона, свободные ЭМ колебания, ЭМИ, модель атома, излучение и поглощение света атомом) | Б | 55% | 25% | 39% | 64% | 90% |
| 19 | Определять показания измерительных приборов / Запись показания термометра с погрешностью. | Б | 90% | 10% | 85% | 95% | 100% |
| 20 | Планировать эксперимент, отбирать оборудование / Изучаем законы постоянного тока | Б | 88% | 50% | 79% | 97% | 98% |
| 21 | Решать качественные задачи, использующие типовые учебные ситуации с явно заданными физическими моделями / Законы постоянного тока. Изменение показаний вольтметра и амперметра при изменении цепи | П | 31% | 0% | 15% | 37% | 77% |
| 22 | Решать расчётные задачи с явно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного раздела курса физики / Условие равновесия. Сила упругости, сила Архимеда. | П | 32% | 0% | 5% | 44% | 93% |
| 23 | Решать расчётные задачи с явно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного раздела курса физики / Уравнение теплового баланса. Нагрев и охлаждение жидкостей. | П | 50% | 0% | 15% | 77% | 99% |
| 24 | Решать расчётные задачи с использованием законов и формул из одного-двух разделов курса физики / Графическое представление газовых процессов. Циклы. Работа газа. Количество теплоты. | В | 24% | 0% | 1% | 29% | 89% |

| Номер задания в КИМ | Проверяемые элементы содержания / умения | Уровень сложности задания | Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации в группах участников экзамена с разными уровнями подготовки | | | | |
|---------------------|--|---------------------------|--|--|-------------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| | | | средний, % | в группе не преодолевших минимальный балл, % | в группе от минимального до 60 т.б. | в группе от 61 до 80 т.б. | в группе от 81 до 100 т.б. |
| 25 | Решать расчётные задачи с использованием законов и формул из одного-двух разделов курса физики / Электростатика. Заряженный конденсатор. Соединение конденсаторов. | В | 21% | 0% | 2% | 25% | 79% |
| 26К1 | Обоснование выбора физической модели для решения задачи / Закон сохранения импульса. | В | 10% | 0% | 0% | 8% | 52% |
| 26К2 | Решать расчётные задачи с использованием законов и формул из одного-двух разделов курса физики / Законы кинематики. Свободное падение. Движение тела, брошенного под углом к горизонту. Абсолютно неупругий удар. Закон сохранения импульса. | В | 10% | 0% | 0% | 5% | 58% |

Выявление сложных для участников ЕГЭ заданий

В рамках выполнения анализа, по меньшей мере, необходимо указать линии заданий с наименьшими процентами выполнения среди них отдельно выделить:

Задания базового уровня (с процентом выполнения ниже 50)

Стоит отметить, что если в позапрошлом году ниже 50% выполнения имели 4 задания (5, 14, 16) с процентом выполнения всего 34-35%, в прошлом году в базовой части было только одно задание с процентом выполнения 46%, то в этом году также только одно задание вызвало затруднение более половины выпускников:

– **15 задание** (Постоянный электрический ток. Напряжение на участке цепи. Выделяющаяся электрическая мощность) – 44% выполнения. Это задание вызвало трудность у всех категорий выпускников (даже у высокобальных процент выполнения самый низкий среди других задач – 73%).

Также можно отметить задания, с которыми справилось чуть более половины выпускников:

– **18 задание** (Разные разделы физики (импульс силы, механическая работа, газовые изопроцессы, конденсация, сила Кулона, свободные ЭМ колебания, ЭМИ, модель атома, излучение и поглощение света атомом) – 55% выполнения.

– **4 задание** (Механические колебания. Пружинный маятник. Период свободных колебаний) – 59% выполнения.

– **17 задание** (Задание на изменение числа нейтронов и массового числа ядра при электронном β -распаде ядра) – 59% выполнения.

Эти задания вызвали трудности только у категорий выпускников, набравших менее 60 баллов.

Задания повышенного и высокого уровня (с процентом выполнения ниже 15)

– Среди заданий повышенного уровня 1 части не было задач с процентом выполнения ниже 15. Нужно отметить и тот факт, что в этом году в 1 части было всего 3 задания повышенного уровня. Самым сложным оказалось **14-е задание** (Сила взаимодействия электрических зарядов. Взаимодействие заряженных бусинок после соединения) – 48% выполнения. Это задание вызвало трудность у всех категорий выпускников. **Задание 5** на Гидростатику (плавание тел, сила Архимеда) решили 58% выпускников и 30% ! не преодолевших минимальный балл. **Задание 9** на анализ графического представления газовых процессов имеет 69% выполнения, однако с ним не справились все выпускники с низкими результатами.

Выполнение заданий повышенного и высокого уровня сложности 2-й части традиционно вызвало затруднения. Среди непреодолевших минимальный балл **нулевой процент решения**, а среди выпускников, набравших до 60 баллов, смогли справиться меньше 15%.

– Качественное задание №21 решило 31% сдававших (в 2023 – 16%, 2022 – 8%) и всего 37% в группе от 61 до 80 баллов (в 2023 – 40%).

– Задание 22 и 23 не вызвали затруднений у высокобалльников (93% и 99% в категории выше 80 баллов), но все же были трудными для других – справились всего 32% и 50% (в 2023 – 38% и 11%, 2022 – 30% и 35%).

Задания высокого уровня сложности также традиционно решались очень плохо. Самым сложным оказалось задание 26 (Комбинированное задание на Кинематику и Закон сохранения импульса. Свободное падение и движение тел, брошенных под углом к горизонту) – 10% решения (как и в прошлом году) и всего 58% у высокобалльных участников. Также, как и в прошлом году, затруднения вызвал дополнительный критерий на 1 балл, который освоили только 10% выпускников (в прошлом году 15%). Большинство решавших не смогли обосновать применимость закона сохранения импульса при наличии внешних сил.

Анализ метапредметных результатов обучения, повлиявших на выполнение заданий КИМ

В целом большая часть ошибок связана с незнанием формул и законов или непониманием физической терминологии, сути физических явлений (метапредметное умение: владение научной терминологией, ключевыми понятиями и методами). Задания, где необходимо было проявить экспериментальные и исследовательские умения, получение информации из табличной формы предоставления данных, были решены хорошо. Но были и некоторые пробелы в метапредметных умениях, которые осложнили решение заданий ЕГЭ.

Задания № 1, 6, 9, 10, 11

Метапредметные умения: Владеть навыками получения информации из источников разных типов, самостоятельно осуществлять поиск, анализ, систематизацию и интерпретацию информации различных видов и форм представления.

Умение использовать графическое представление данных: анализировать графики и получать данные из них.

Задание 13

Метапредметные умения: Овладение видами деятельности по получению нового знания, его интерпретации, преобразованию и применению в различных учебных ситуациях. Развивать креативное мышление.

В данном задании хорошо видна роль рисунка при решении задач.

Задание 18

Метапредметные умения: Уметь интегрировать знания из разных предметных областей.

Здесь сложность, в первую, обусловлена тем, что в одном задании используются вопросы из совершенно разных разделов физики, а также математики.

Задание № 21

Метапредметные умения: Развёрнуто и логично излагать свою точку зрения с использованием языковых средств. Аргументированно вести диалог.

При решении качественных заданий традиционно учащиеся делают интуитивные рассуждения, не приводя логически связанных рассуждений. Мало объяснений, аргументаций, не приводятся логические цепочки рассуждений (часто не понятна логика ответа). Бывает и так, что при правильной физике дается неверный ответ.

Задание 24

Метапредметные умения: Читательская грамотность. Владеть навыками получения информации из источников разных типов, самостоятельно осуществлять поиск, анализ, систематизацию и интерпретацию информации различных видов и форм представления.

Умение грамотного чтения не привело бы к ошибочному пониманию условия задачи (вместо количества теплоты, *полученного газом от нагревателя*, некоторые использовали количество теплоты, полученное газом за цикл за минусом отданного холодильнику).

Выводы и рекомендации

Перечень элементов содержания / умений и видов деятельности, усвоение которых всеми школьниками региона в целом можно считать достаточным.

– умение использовать при решении простые формулы: силы трения, силы тяжести, импульс силы, количества теплоты при нагревании тела, уравнение Клапейрона-Менделеева, первый закон термодинамики, изменение внутренней энергии, силы Лоренца, закон Ома, нахождение заряда через силу тока;

– умение рассчитывать количество электронов в нейтральном атоме;

– умение снимать показания приборов (термометра) и записывать их значения с учетом погрешности;

– планировать эксперимент, отбирая экспериментальную установку (оборудование).

Перечень элементов содержания / умений и видов деятельности, усвоение которых всеми школьниками региона в целом, школьниками с разным уровнем подготовки нельзя считать достаточным.

– период свободных колебаний пружинного маятника;

– понимание явления распада атомного ядра;

– нужно проверять правильность трактовок физического смысла изученных физических величин, законов и закономерностей (задание 18), необходимо более осознанное изучение определений, законов, явлений, выделение обязательных элементов и их смысл;

– знание законов последовательного и параллельного соединения, формулы мощности тока, решение задач на цепи с реостатом (при изменении

сопротивления участка цепи), расчет выделяющейся мощности, а также традиционно много ошибок при определении напряжения на источнике тока.

– не очень хорошо ученики умеют использовать графический метод решения, соотнесение графических и аналитических зависимостей физических величин (задания 1, 6, 9, 10, 11, 24); плохо понимают геометрический смысл разных графиков (угол наклона, площадь под графиком и т.п.); качественное определение характера изменения объема, давления и температуры, знака работы газа и изменения внутренней энергии; геометрический смысл силы электрического тока;

– при решении задач на динамику и статику традиционным остается проблема правильного выбора и указания сил: силы указываются (прикладываются) и учитываются не для тех тел, указываются не все силы и т.п.;

– остаются сложными для решения задачи на графическое представление данных и графические методы решения, но количество таких задач в этом году уменьшилось (в этом году 6 графических задач, в прошлом – 9). Сложными традиционно являются задачи на ЭМ колебания, колебания пружинного или математического маятника, постоянный электрический ток, на цепи с конденсаторами, МКТ, излучение (гипотеза Планка), построение изображений в зеркалах и линзах (но в прошлом году таких задач не было).

Рекомендации по совершенствованию организации и методики преподавания предмета в Кировской области на основе выявленных типичных затруднений и ошибок:

1. По совершенствованию преподавания учебного предмета всем обучающимся:

Учителям

– На низком уровне остаются результаты решения качественных задач, требующих построения развернутого ответа с указанием на изученные физические явления и законы. Поэтому рекомендуется активнее включать в учебный процесс на различных этапах обучения (и этапах урока) использование качественных задач. Качественные вопросы для мотивации и актуализации знаний, решение качественных задач при повторении и обобщении изученного материала. И рассматривать не ответ сам по себе, а объяснения, использование аргументаций на основе физических законов. Учим выделять и анализировать явления.

– Рекомендуется использовать различные методы представления информации в задаче. Необходимо учить получать данные из различных источников информации: более внимательно читать тексты задания и понимать смысл не только числовых данных, но и текстовой информации. Развивать навыки получения данных из графиков, диаграмм, таблиц и других источников.

– Чаще использовать графическое представление разнообразных зависимостей физических величин. Ученики должны хорошо представлять различные физические зависимости и сопоставлять с ними графики функций,

читать графики и уметь их анализировать. Учить графическим методам решения задач (нахождение пути и перемещения, электрического заряда и силы тока, работы газа и т.п.).

– При изучении новой темы нужно не просто заучивать дословные формулировки законов, формул, а правильность трактовок физического смысла изученных физических величин, явлений, законов и закономерностей (необходимо более осознанное обучение), выделение обязательных элементов и осознание их смысла.

– При изучении разделов «Динамика» и «Статика» уделять серьезное внимание понятию «Сила». Отрабатывать изображение сил, приложенных к разным телам, в случае системы взаимодействующих тел или тел, движущихся в связке. Силы рекомендуется рисовать все, а не только те, которые учитываются при решении задачи. Важно понимать: к какому телу приложены эти силы и для какого тела записываем законы динамики или статики. В случае динамических задач рекомендуется силы прикладывать к центру масс тела (как к материальной точке).

2. По организации дифференцированного обучения школьников с разными уровнями предметной подготовки

Учителям

Для учащихся с низким уровнем подготовки необходимо:

– увеличить внимание при подготовке к таким темам как кинематика равномерного и равноускоренного движения, механические колебания, МКТ идеального газа, газовые законы, движение заряженных частиц в магнитном поле, Действие электрического поля на заряженные частицы, Построение изображений в линзах и зеркалах, строение атома, ядерные реакции, Энергия фотона. Важно изучать графические методы представления физических закономерностей и нахождения разных физических величин.

– Развитие читательской грамотности.

– Давать краткие и четкие алгоритмы действий (при формулировке закона, определении физической величины, решении задач). Например, конкретные пункты, по которым мы определяем возможность использования того или иного закона (законы динамики, законы сохранения и т.п.).

Для учащихся с высоким уровнем подготовки необходимо:

– увеличить внимание к таким темам, как Электрический ток (преобразование цепей, короткое замыкание, напряжение на источнике тока, цепи с идеальным источником и с источником с внутренним сопротивлением, мощность тока), изменение строения (состава) ядра при ядерных реакциях, в том числе реакциях распада.

– На уроках чаще использовать комбинированные задания на использование знаний (физические явления, формулы, законы) из разных разделов физики.

– Подбирать задания на понимание условий использования физических законов. Например, использование закона сохранения полной механической энергии при наличии неконсервативных (внешних) сил (при отсутствии работы

таких сил); закона сохранения импульса в незамкнутой системе (малость времени действия сил, выполнение закона в проекции на определенную координатную ось и т.п.).