

А. А. Ченцов

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНОГО
ФАКУЛЬТАТИВНОГО КУРСА "ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ"
В IX КЛАССЕ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ

С 1967-68 учебного года в оредних школах введены факультативные занятия по различным предметам. Проведение факультативных занятий связано с определенными трудностями как организационного, так и методического характера. В данной статье мы рассматриваем некоторые вопросы, касающиеся факультатива по физике "Законы сохранения в механике": а) согласование факультативных занятий с курсом физики; б) особенности постановки эксперимента в процессе проведения факультативных занятий.

Наши методические рекомендации опираются, с одной стороны, на теоретический анализ учебных программ и методических пособий, а с другой стороны - на собственный опыт ведения факультативных курсов и на опыт учителей Белгородской области.

I. СОГЛАСОВАНИЕ ФАКУЛЬТАТИВНЫХ ЗАНЯТИЙ
С МАТЕРИАЛОМ КУРСА ФИЗИКИ

Неизменным условием качественного изучения любого факультативного курса по физике является строгое согласование этого

курса с программой по физике. Это означает, что следует стремиться к максимальной увязке тем факультативной дисциплины с темами курса физики; факультативные занятия должны немного отставать от курса физики, позволяя физическим темам "работать" на протяжении всего учебного года. В таком случае постоянная опора на физический материал делает изучение тем факультативного курса теоретически обоснованным, что способствует глубокому пониманию и усвоению физических понятий и закономерностей. И наоборот, обособленность факультативных занятий, отрыв их от курса физики приводит к дублированию в преподавании отдельных вопросов, к формальному усвоению некоторых понятий, к потере времени. Например, до тех пор, пока в курсе физики не изучена кинематика вращательного движения точки, нельзя приступать к изучению закона сохранения момента количества движения на факультативных занятиях. То же самое можно сказать о законе сохранения количества движения, о законе сохранения энергии и т. п.

В методической литературе есть попытки планирования факультативных занятий, однако, эти попытки носят часто умозрительный характер и не всегда являются удовлетворительными. Часто даже вопрос о согласовании курсов отодвигается на задний план. Мы встречаем, например, утверждение, что группы учащихся для проведения факультативных занятий должны формироваться в конце учебного года (в апреле - мае), с тем, чтобы с 1 сентября нового учебного года приступить к началу занятий. Но совершенно очевидно, что в сентябре только начинается изучение обязательного курса и ни о каком факультативном занятии не может быть и речи. Некоторые авторы предлагают начинать факультативные

занятия с 1 октября. Но насколько обоснован этот срок? А может быть лучше с 15 сентября или с 15 октября?

Для ответа на эти (и многие другие) вопросы проведем некоторые математические расчеты. Эти расчеты связаны с привлечением идей и методов сетевого планирования, поэтому остановимся кратко на терминологии этого раздела прикладной математики. Все термины отнесены к конкретному случаю согласования программ факультативной дисциплины и курса физики.

Материал каждого предмета может быть разбит на ряд тем. Конец изучения некоторой темы назовем событием, а сам процесс изучения — работой. Работа — процесс, предшествующий свершению какого-либо события. Если события обозначить на бумаге кружками, а работы — стрелками, то изобразив взаимосвязь событий (в нашем примере тем), получим граф-окему (сетевой график) процесса изучения предмета (или нескольких предметов). Каждая работа имеет определенную продолжительность (длительность), которую можно выразить в часах, неделях или месяцах. Событие считается фиксированным во времени и длительности не имеет.

Если составить сетевой график, отражающий взаимосвязь учебных предметов, то анализ графика позволяет еще до проведения занятий предвидеть многие возможные неувязки и ликвидировать их.

Проанализируем для примера программу по физике для IX кл. и программу факультативного курса "Законы сохранения в механике". Даже значительно упростив ситуацию (рассматривая лишь взаимосвязь немногих тем), можно увидеть многочисленные неувязки и находить пути их ликвидации.

Исходя из общего числа часов на факультатив (70 часов) и на значимости каждой темы можно спланировать материал следующим образом. X/

1. Движение в различных инерциальных системах отсчета - 12 часов.
2. Закон сохранения количества движения - 16 часов.
3. Закон сохранения энергии в механике - 20 часов.
4. Закон сохранения момента количества движения - 20 час.
5. Заключительное занятие - 2 часа

Разобьем всю программу на ряд событий. Очевидно, событием здесь является конкретный этап начала (или завершения) изучения определенного материала, например, "Начато изучение закона сохранения энергии", "Начато изучение закона сохранения количества движения" и т.п.

Работой будем называть сам процесс изучения материала. Итак, изучение программы факультативной дисциплины сводится к свершению следующих событий.

1. Начато изучение факультативного курса (действия над векторными величинами).
2. Начато изучение вопроса "Обобщение понятия кинематики"
3. Начато изучение принципа относительности Галилея.
4. Начато изучение закона сохранения количества движения.
5. Начато изучение вопроса "Расчет реактивной силы тяги".
6. Начато изучение закона сохранения энергии.

X/ Мы руководствуемся программой факультативных курсов, а разбивка по часам сделана, исходя из собственного опыта работы.

7. Начато изучение вопроса "Энергия тяготения. Вторая космическая скорость".

8. Начато изучение закона сохранения момента количества движения (угловая скорость, угловое ускорение).

9. Начато изучение вопроса "Кинетическая энергия вращающегося твердого тела".

Впишем теперь из программы по физике (IX класс) вопросы связанные с темами факультативного курса и сформулируем их в виде перечня таких событий.

10. Начато изучение физики в IX классе.

11. Изучены вопросы о системах отсчета, о скорости и ускорении.

12. Изучен вопрос о равнопеременном движении.

13. Изучен второй закон Ньютона.

14. Изучен третий закон Ньютона.

15. Изучены законы криволинейного движения.

16. Изучена тема "Всемирное тяготение".

17. Изучена тема "Работа и энергия"

Для завершенности сетевого графика надо добавить еще два события.

18. Учебный год начался.

19. Учебный год окончен.

Составим сетевой график взаимосвязи между предметами и определим "длины" дуг, исходя из количества часов, отводимых на темы (числа означают число часов на изучение темы)*/. При этом условимся, что темы внутри каждого курса расположены в строгой логической последовательности (рис.1).

*/ При планировании материала по физике использованы планы, приведенные в журнале "Физика в школе" (1967г., № 4,5).

физика

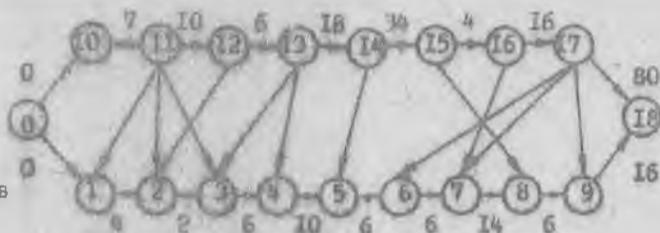


Рис. 1

физика

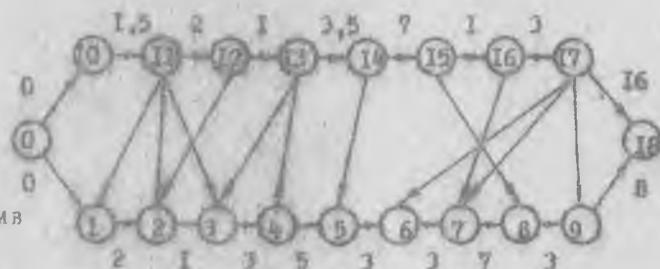


Рис. 2

Ввиду того, что факультативные занятия посещают не все учащиеся, а курс физики обязателен для всех, учитель не может использовать материал факультатива на уроках физики. Поэтому стрелки-работы должны проводиться только из "физических" событий в "факультативные".

Нетрудно подсчитать, что путь^{2/} от нулевого события до конечного через "физику" равен 175 часам, путь через "факультатив" равен 70 часам, что не противоречит учебным программам.

^{2/} Путем называют такую последовательность стрелок-работ, в которой начало каждой последующей стрелки совпадает с концом предыдущей. Длина пути - сумма цифр над стрелками-работами, принадлежащими данному пути.

Учитывая, что на физику в IX классе отводится 5 часов в неделю, а на факультатив два часа, получим числовые данные, характеризующие работы в неделях (рис. 2). Такое изображение удобнее для анализа.

Схема показывает, что путь от нулевого события до конечного через "физику" и через "факультатив" составляет 35 недель, что соответствует учебному плану школы.

Подсчитаем теперь длины различных путей из нулевого события в событие с номером 18.

Не выясняя длины всех путей, ограничимся рассмотрением некоторых из них.

$$L_1 = t_{0,10} + t_{10,11} + t_{11,1} + t_{1,2} + t_{2,3} + t_{3,4} + t_{4,5} + t_{5,6} + t_{6,7} + t_{7,8} + t_{8,9} + t_{9,18} = 36,5 \text{ недель.}$$

Еще более продолжителен путь, проходящий через события

$$17 \text{ и } 6. \quad L_2 = t_{0,10} + t_{10,11} + t_{11,12} + t_{12,13} + t_{13,14} + t_{14,15} + t_{15,16} + t_{16,17} + t_{17,6} + t_{6,7} + t_{7,8} + t_{8,9} + t_{9,18} = 40 \text{ недель.}$$

Ясно, что наличие на граф-схеме путей, длина которых больше 35 недель, говорит о том, что между программами нет согласования. Для того, чтобы наметить пути согласования программ, совместим граф-схему с календарем учебного года. Внизу цифрами обозначены недели (35 недель), взаимосвязь событий по-прежнему изображена стрелками (рис. 3). Для уплотнения графика события изображены точками, а их номера проставлены рядом (цифры в кружочках).

Если работа-стрелка имеет наклон слева-направо, то очевидно, что соответствующие темы согласованы, противоположное направление стрелок говорит о несогласованности тем. Так, согласно нашей схеме, событие 1 во времени совершается раньше события

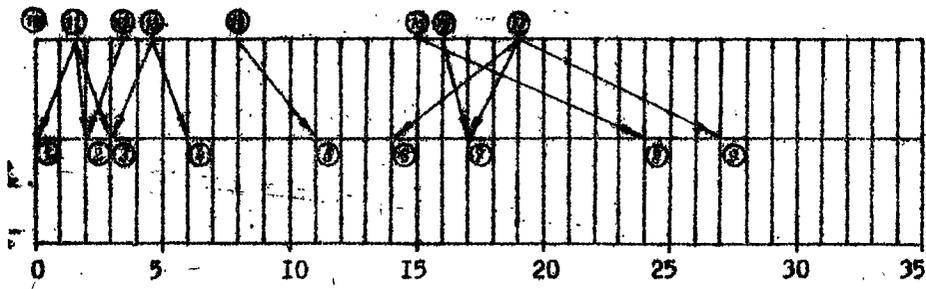


Рис. 3.

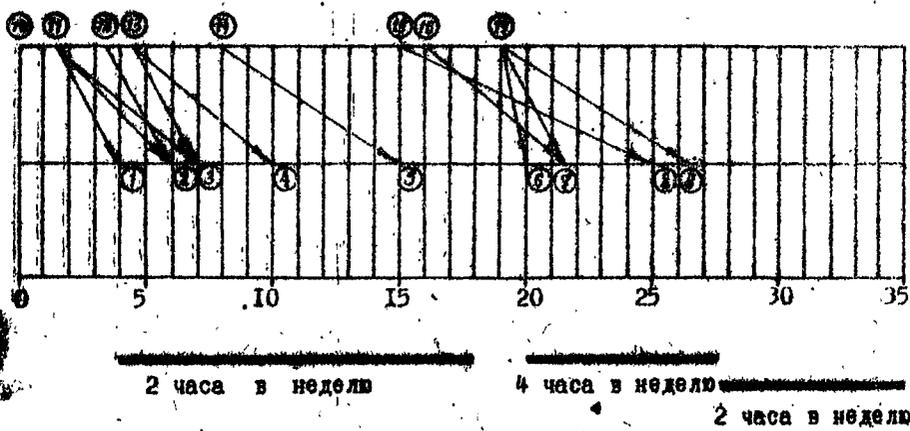
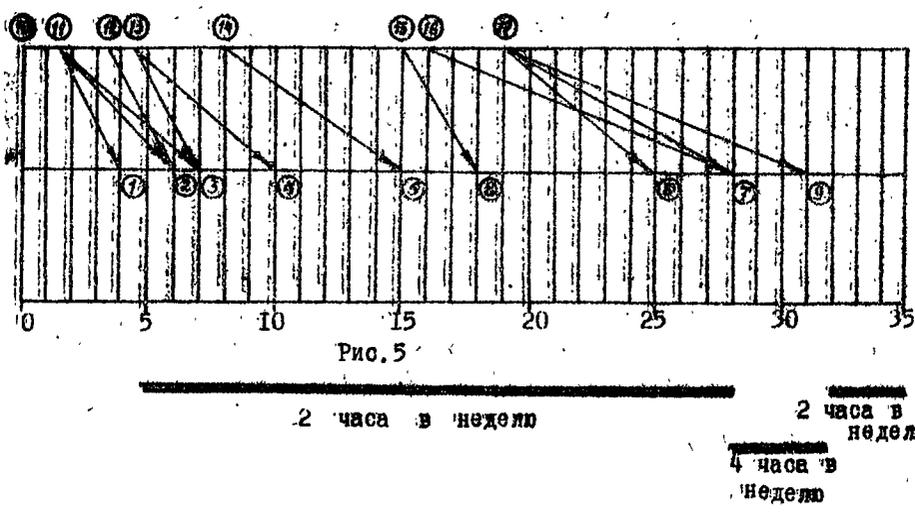


Рис. 4



II, что противоречит логике предметов, то же самое можно сказать о событиях 2,3,6,7.

Как выйти из затруднительного положения? Если передвинуть событие I на две недели вперед (начать изучение факультатива с середины сентября), то стрелки-работы (II,1), (I2,2), (I3,3) (I6,7) изменят свой поворот. Но все же событие 6 будет отставать от события I7 на 3 недели, что совершенно недопустимо.

Может быть стоит увеличить число часов на изучение первой темы факультатива, чтобы отстать от изучения темы 6 (закон сохранения энергии)? Но это вряд ли целесообразно, т.к. первая тема является вводной. Наиболее реально, видимо, следующие два решения:

Решение первое. Изучение факультатива начать на 4 недели позднее (с I октября). Тогда согласование событий I,2,3,4,5,7, будет полным.

До конца второй четверти будут изучены все темы до закона сохранения энергии (события 6). Изучение факультатива начинать с начала 3-ей четверти нельзя, так как к этому времени не произойдет еще события I7. Если сделать двухнедельный перерыв и продолжать изучение факультатива с первых чисел февраля, все нагрузки автоматически исчезнут. Очевидно, что за оставшееся время (февраль-март) следует проводить не по 2 часа в неделю, а несколько больше (у нас не использованы $8 + 6 = 14$ часов). Фактически в феврале - марте следует отвести на факультатив 4 часа в неделю вместо 2-х, а в четвертой четверти оставить снова 2 часа в неделю. Усовершенствованный план-график приведен на рис.4.

Решение второе. Изучение факультатива начать с I октября (необходимость этого пояснена выше). Но порядок изучения тем следует изменить: сначала изучить закон сохранения моментов количества движения (без энергии вращательного движения), а потом закон сохранения энергии в механике (затронув вопрос об энергии вращательного движения). Немиспользование в начале учебного года 8 часов проводится в феврале, марте или мае. План-график такого варианта изображен на рис. 3.

2. ПОСТАНОВКА ЭКСПЕРИМЕНТА В ПРОЦЕССЕ ПРОВЕДЕНИЯ ФАКУЛЬТАТИВНЫХ ЗАНЯТИЙ

Введение факультатива "Законы сохранения в механике" немисмыслимо без выполнения эксперимента. Особое значение имеет демонстрационный эксперимент. Обычно он выполняется учителем, но в процессе изучения факультатива многие опыты могут быть показаны учащимися. Дело в том, что обычно факультативные занятия посещают сильные ученики, поэтому они вполне могут поочередно выполнять роль ассистентов учителя. Разумеется, учитель контролирует их работу, проверяет перед занятием все демонстрации. В методической литературе имеется описание многих демонстрационных опытов, которые относятся к факультативу "Законы сохранения в механике". Приводим выборку необходимых демонстраций (число в скобках в графе "литература" означает порядковый номер источника; перечень источников приведен в конце статьи).

№ п/п	Наименование темы	Перечень демонстрационных опытов	Литература
1	2	3	4
	I. Движение в различных инерциальных системах отсчета		
1. Система отсчета. Принцип относительности Галилея.		I. Относительность покоя и движения	(1, стр. 37), (4, стр. 5-8)
	II. Закон сохранения количества движения (импульса)		
2. Закон сохранения количества движения (импульса)		1. Закон сохранения количества движения.	(1, стр. 34), (3, стр. 38)
		2. Равенство импульсов и количества движения, полученных телами под действием сил пружины.	(2, стр. 187)
3. Явление отдачи		Реакция струи	(2, стр. 190), (4, стр. 65)
4. Движение тела с переменной массой		Полет ракеты	(1, стр. 55), (4, стр. 70-72)
	III. Закон сохранения энергии в механике		
5. Закон сохранения энергии в механике		1. Переход потенциальной энергии в кинетическую и обратно.	(1, стр. 108), (3, стр. 65), (4, стр. 76-80)
		2. Кинетическая энергия шара, сдвигающегося по желобу	(2, стр. 177)
		3. Потенциальная энергия силы пружины	(2, стр. 178)
6. Равновесие		1. Равновесие шара	(2, стр. 91)
		2. Механическое равновесие	(3, стр. 69-71)

7. Столкновения. Упругие столкновения. Неупругие соударения. I. Упругий и неупругий удар. (1, стр. III), (3, стр. 67), (4, стр. 81)

2. Эксперимент на ледобе в упругим ударом (2, стр. 186)

IV. Закон сохранения момента количества движения (момента импульса)

8. Вращательное движение твердого тела. Угловая скорость. Угловое ускорение. I. Линейная и угловая скорости вращающегося тела. (1, стр. 88), (3, стр. 40-41)

2. Измерение угловой скорости тахометром (1, стр. 91)

3. Линейная и угловая скорости (2, стр. 207-208)

9. Кинетическая энергия вращающегося твердого тела

Маятник Максвелла (2, стр. 183)

10. Момент инерции

I. Проявление инерции (2, стр. 214-216)

2. Определение момента инерции планки (2, стр. 218)

3. Момент инерции. (3, стр. 32)

II. Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела.

I. Зависимость углового ускорения от момента силы и момента инерции (1, стр. 100)

2. Основной закон динамики вращательного движения твердого тела (4, стр. 140)

12. Закон сохранения момента количества движения (момента импульса).

Закон сохранения момента количества движения (1, стр. 107), (3, стр. 53), (4, стр. 144-146)

13. Свободные оси. Гироскопы.

I. Свободные оси вращения. (1, стр. 101)

I	2	3	4
			(2, стр. 224-226), (3, стр. 58), (4, стр. 132)
2.	Процессия гироскопа		(1, стр. 105), (4, стр. 141)
3.	Гироскопический компас		(1, стр. 106)
4.	Волчок-гироскоп как аккумулятор энергии		(2, стр. 183)
5.	Опыты с гироскопом		(2, стр. 227-230), (3, стр. 59-64).

Л и т е р а т у р а

1. В. А. Б у р о в . Демонстрационный эксперимент по физике в старших классах средней школы, ч. I., М., "Просвещение", 1967.

2. Р. Г и р к е, Г. Ш п р о к х о ф. Эксперимент по курсу элементарной физики, ч. I., М., Учпедгиз, 1959.

3. М. А. Г р а б о в с к и й и др. Декционные демонстрации по физике, Под ред. В. И. Ивероновой, М., "Наука", 1965.

4. Г. И. Ж е р е х о в . Демонстрационный эксперимент по механике, М., Учпедгиз, 1961.