

производится с учетом динамики показателей [5]. В таком случае можно говорить о цепном анализе конечных изменений, который учитывает неоднородность производственных и хозяйственных процессов деятельности предприятия. Таким образом, можно рассматривать данные, которые относятся не только к плановому и фактическому значениям, но и рассчитать факторное влияние для любых составляющих заданной модели. Важным является преобразование полученной динамической постановки задачи анализа конечных изменений к уже известной – статической, используя средневзвешенные (усредненные) значения факторов.

Список литературы

1. Баканов М.И., Мельник М.В., Шеремет А.Д. Теория экономического анализа. Учебник / Под ред. М.И. Баканова. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 2005. – 536 с: ил.
2. Блюмин С.Л., Серова К.В. Исследование развития металлургической промышленности методами анализа конечных изменений // Материалы областной научно-практической конференции по проблемам технических наук, 2013 г. – Липецк, 2013. – С. 128-138.
3. Блюмин С.Л., Серова К.В. Сравнительная оценка некоторых методов решения основной задачи экономического факторного анализа // Школа молодых ученых по проблемам технических наук: Материалы областного профильного семинара, 2013 г. – Липецк: Изд-во ЛГТУ, 2013. – С. 140-150.
4. Блюмин С.Л., Суханов В.Ф., Чеботарёв С.В. Основы прикладной математики. Экономические производственные задачи: Учебное пособие. – Липецк: ЛЭГИ, 2000. – 70 с.
5. Блюмин С.Л., Суханов В.Ф., Чеботарёв С.В. Экономический факторный анализ: Монография. – Липецк: ЛЭГИ, 2004. – 148 с.
6. Савицкая Г.В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия: Учебник. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2009. – 536 с.
7. Шеремет А.Д. Теория экономического анализа: Учебник. – 3-е изд., доп. – М.: ИНФРА-М, 2011. – 352 с.

ЭФФЕКТ ДОПЛЕРА В НЕРАВНОМЕРНО ДВИЖУЩИХСЯ СТРУКТУРАХ

Хазиев И.Л., Устинова Е.С., Глущенко А.Г., Глущенко Е.П.
 Поволжский государственный университет
 телекоммуникаций и информатики, Самара,
 e-mail: gag646@yandex.ru

При отражении волн от подвижных объектов наблюдается изменение частоты (эффект Доплера), отраженных волн по сравнению с частотой падающих на объект волн [1-3]. Для получения формул частоты отраженных волн обычно используются достаточно

$$p_1 = A_1 \exp(-i\omega(t + x / c_1)), \quad p_2 = A_2 \exp(-i\omega(t - x / c_2)). \quad (2)$$

Понятно, что p_0, p_1, p_2 удовлетворяют волновому уравнению, но они также должны удовлетворять граничным условиям на подвижной границе, которая изменяет свою координату согласно уравнению $x = vt$. Итак, граничные условия имеют вид:

$$A_0 \exp(-i\omega t(1 - v / c_1)) + A_1 \exp(-i\omega t(1 + v / c_1)) = A_2 \exp(-i\omega t(1 - v / c_2)). \quad (5)$$

Данные соотношения должны выполняться для любого момента времени t . Приравняв показатели экспоненты, по аналогии с уравнением:

$$A_0 \exp(ik_1 y \sin \theta) + A_1 \exp(ik_1 y \sin \theta_1) = A_2 \exp(ik_2 y \sin \theta_2),$$

где $\langle\langle \text{fizmat115.wmf} \rangle\rangle$, нельзя, поскольку очевидно, что $1 - v/c_1 \neq 1 + v/c_1$. Вместе с тем, выбирая амплитуды A_1 и A_2 можно удовлетворить равенство (5), но только для конкретного момента времени t . Такая ситуация говорит о том, что запись отраженной и прошедшей волн в виде (2) не является правильной. В связи с этим, сделаем предположение: пусть отраженная и прошедшая волны остаются плоскими гармоническими волнами, но их частоты отличаются

$$A_0 \exp(-i\omega t(1 - v / c_1)) + A_1 \exp(-i\omega_1 t(1 + v / c_1)) = A_2 \exp(-i\omega_2 t(1 - v / c_2)) \quad (7)$$

наглядные геометрические модели. Более детальное исследование с учетом дополнительных условий может быть проведено с помощью волновой теории [4,5]. На практике довольно часто бывают ситуации, когда звуковая волна падает на подвижное препятствие при непостоянной скорости движения границы раздела сред. Исследование особенности такой ситуации проведем на простой модели.

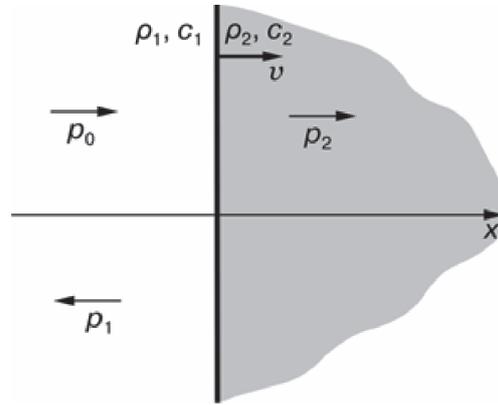


Рис. 1. Пример падающей волны на подвижную границу двух сред

Отражение от равномерно движущейся границы раздела двух сред. Пусть плоская граница раздела двух сред движется с постоянной скоростью v вдоль положительного направления оси Ox (рис.1), причем в момент времени $t = 0$ ее координата $x = 0$. Слева от границы расположена акустическая среда с параметрами ρ_1, c_1 , справа – другая среда с параметрами ρ_2, c_2 . На границу слева нормально к ней падает плоская гармоническая волна:

$$p_0 = A_0 \exp(-i(\omega t - k_1 x)) = A_0 \exp(-i\omega(t - x / c_1)). \quad (1)$$

При взаимодействии волны с границей образуются отраженная волна p_1 и прошедшая в другую среду волна p_2 . Запишем их в виде плоских гармонических волн со своими амплитудами:

$$p_0 + p_1 = p_2, \quad x = vt, \quad (3)$$

$$v_{x0} + v_{x1} = v_{x2}, \quad x = vt. \quad (4)$$

Подставим (2) в граничное условие (3):

$$p_1 = A_1 \exp(-i\omega_1(t + x / c_1)),$$

$$p_2 = A_2 \exp(-i\omega_2(t - x / c_2)). \quad (6)$$

Представим граничное условие (3) с учетом формул (6) в виде:

Для выполнения равенства (7) в любой момент времени t необходимо приравнять показатели экспонент:

$$\omega(1 - v/c_1) = \omega_1(1 + v/c_1) = \omega_2(1 - v/c_2). \quad (8)$$

Отсюда определяем искомые частоты:

$$\frac{\omega_1}{\omega} = \frac{1 - v/c_1}{1 + v/c_1}, \quad \frac{\omega_2}{\omega} = \frac{1 - v/c_1}{1 - v/c_2}, \quad (9)$$

Частоты отраженной и прошедшей волн зависят только от соотношения скоростей v/c_1 и v/c_2 .

От параметров граничащих сред зависят коэффициенты отражения $R = A/A_0$ и прохождения $T = A_1/A_0$.

Как видим, если граница движется в направлении распространения волны p_0 (скорости v и c_1 по направлению совпадают), то $\omega_1 < \omega$; если граница движется навстречу падающей волне (скорости v и c_1 противоположны по направлению).

Из графиков видно, что частота отраженных волн меняется в более широких пределах, чем частота прошедших волн (рис. 3).

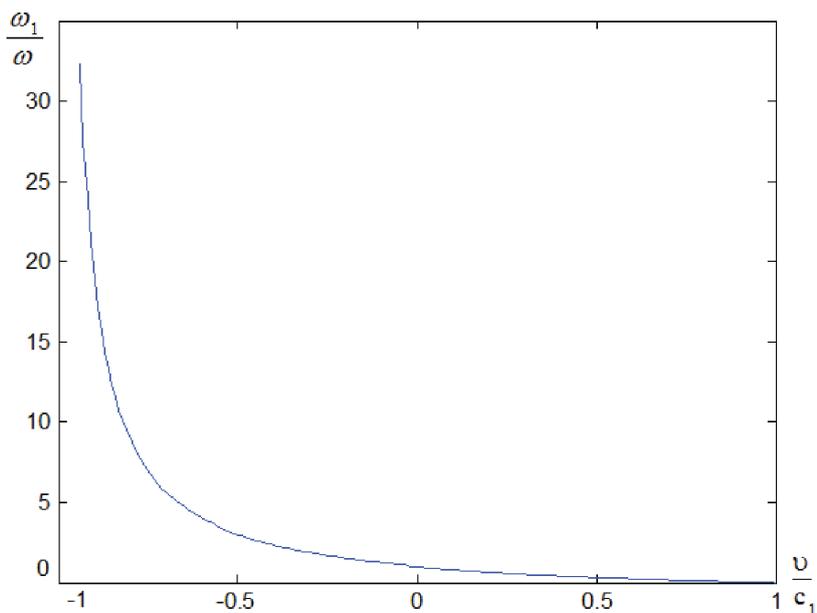


Рис. 2. Зависимость частоты отраженных волн от относительной скорости движения границы раздела сред

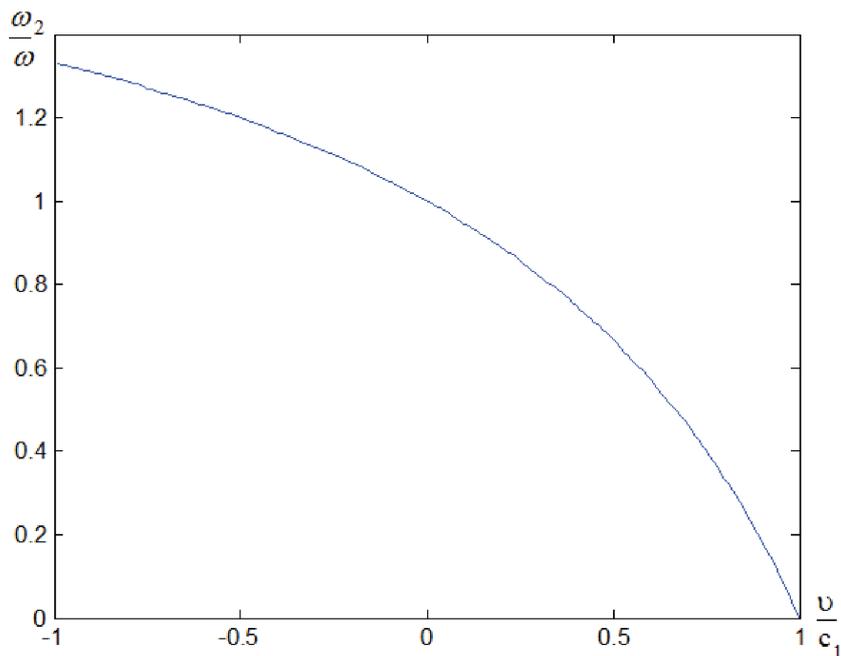


Рис. 3. Зависимость частоты прошедших волн от относительной скорости движения границы раздела сред

Отражение звука от ускоренно движущейся границы раздела сред.

Аналогично, рассматриваем ситуацию, когда звуковая волна падает на подвижное препятствие, только

теперь при переменной скорости, в частности, при ускоренном движении с ускорением a . Амплитуды плоской гармонической волны p_0 , отраженной волны p_1 и прошедшей в другую среду волны p_2 :

$$p_0 = A_0 \exp \left\{ -i\omega \left[t - \frac{x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}}{\tilde{n}_1} \right] \right\}, \quad p_1 = A_1 \exp \left\{ -i\omega_1 \left[t + \frac{x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}}{\tilde{n}_1} \right] \right\},$$

$$p_2 = A_2 \exp \left\{ -i\omega_2 \left[t - \frac{x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}}{\tilde{n}_2} \right] \right\}. \quad (10)$$

В данном случае, граничные условия имеют вид:

$$p_0 + p_1 = p_2, \quad v_{x0} + v_{x1} = v_{x2},$$

$$\text{при } x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}.$$

Подставим (10) в граничные условия, взяв $x_0=0$, получим:

$$A_0 \exp \left\{ -i\omega \left[t - \frac{v_0 t + \frac{at^2}{2}}{\tilde{n}_1} \right] \right\} + A_1 \exp \left\{ -i\omega_1 \left[t + \frac{v_0 t + \frac{at^2}{2}}{\tilde{n}_1} \right] \right\} =$$

$$= A_2 \exp \left\{ -i\omega_2 \left[t - \frac{v_0 t + \frac{at^2}{2}}{\tilde{n}_2} \right] \right\}$$

Отсюда соотношение между частотами определяется в виде:

$$\omega \left(1 - \frac{v_0 + \frac{at}{2}}{\tilde{n}_1} \right) = \omega_1 \left(1 + \frac{v_0 + \frac{at}{2}}{\tilde{n}_1} \right) = \omega_2 \left(1 - \frac{v_0 + \frac{at}{2}}{\tilde{n}_2} \right).$$

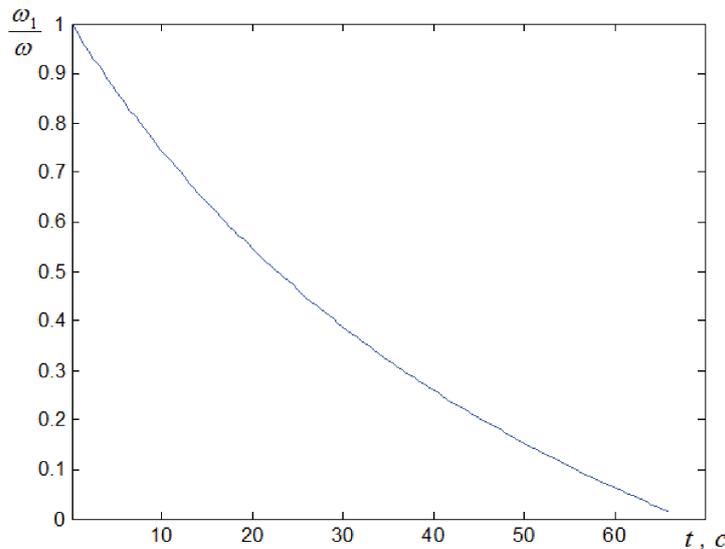


Рис. 4. Зависимость частоты отраженной волны от времени при ускоренном движении границы раздела сред ($c=340$ м/с, $a=10$ м/с²)

Из рис. 4 видно, что частота отраженного сигнала стремится к нулю при скорости движения границы достигающей скорости распространения волн (отраженный сигнал исчезает, так как волна не догоняет границу раздела сред, не взаимодействует с границей).

Заключение. Рассмотрена волновая теория эффекта Доплера для модели равномерно и ускоренно движущейся плоской границы раздела сред. Частота волн прошедших подвижную границу раздела сред в меньшей степени зависит от скорости движения я по сравнению с частотой отраженных волн.

Список литературы

1. Глушенко А.Г., Захарченко Е.П. Стимулированная прозрачность запердельных структур с активными параметрами. – Saarbrücken LAP LAMBERT Academic Publishing, 2011. – 186 с.
2. Гринченко В.Т., Вовк И.В., Мацыпура В.Т. Основы акустики. – Киев: Наукова думка, 2007. – 640 с.
3. Остаев В.Е. Распространение звука в движущихся средах. Современ. проблемы физики. – М.: Наука. Физматлит. 1992г. – 208 с.
4. Глушенко А.Г., Глушенко Е.П., Иванов В.В., Устинова Е.С. Интерференция волн в невзаимных средах. В мире научных открытий. – 2012. – №1.1(25). – С. 98-112.
5. Glushchenko A., Glushchenko E., Ivanov V., Ustinova E.. Features of Reflection Acoustic Waves from Mobile Boundary of Section Moving Media. Scientific enquiry in the contemporary world: theoretical basics innovative approach. Titusville, FL, USA, v.1. – p. 6-9.



Современный проект и концептуальная схема космического лифта

Причем большую часть пути подъемник будет подниматься за счет центробежной силы вращения Земли, и никакой энергии тратить не придется. Выше 36 тысяч километров челнок сам покатится к станции. Центр тяжести этой системы все время будет оставаться на геосинхронной орбите, так что вся конструкция будет двигаться вместе с Землей. Трос будет создан из углеродных нанотрубок, которые в 100 раз прочнее стали и в сотни раз легче [3-6]. С помощью электродвигателя небольшая кабина, рассчитанная на 30 человек, будет подниматься со скоростью 200 километров в час. На высоте 36 тысяч километров расположится орбитальная станция, станет конечным пунктом для космических туристов. А научные специалисты или астронавты смогут продолжать двигаться дальше. Не исключено, что позже трос будет доведен и до самой Луны [7].

Предположительно, лифт может стоить \$ 12 млрд, а одно из возможных мест расположения стартовой платформы лифта – в Тихом океане недалеко от Эква-

КОСМИЧЕСКАЯ ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА.

ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ

Хлопков А.Ю., Зея Мью Мьинт

Московский физико-технический институт, Долгопрудный,
e-mail: zayurmyomiyint@gmail.com

Теоретически наиболее выгодным с экономической точки зрения доставки грузов и пассажиров в космос является реализация уже в недалеком будущем русской идеи «Космический Лифт». Самой идее космического лифта почти сто двадцать лет. В 1895 году основатель космонавтики Константин Эдуардович Циолковский в одной из своих статей описал гигантское сооружение с тросом, протянутым к «Небесному дворцу» [1]. Туда надо было подниматься на лифте, чтобы потом лететь дальше в космос.

Эту идею развил в фантастическом романе «Фонтаны рая» Артур Кларк [2]. Современный проект «Космический Лифт» (автор проекта Сатоми Катсуяма) состоит из специального противовеса, находящегося на высоте около ста тысяч километров, скинутого на Землю троса (своеобразный монорельс, который в натянутом состоянии соединит планету и противовес в жесткую систему). По канату поедет в небо подъемник – своего рода лифт.



дора. Этот район экватора находится за сотни километров от маршрутов коммерческих авиарейсов. Кроме того, известно, что ураганы никогда не пересекают экватор и здесь почти не бывает молний.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (Грант № 14-07-00564-а).

Список литературы

1. Циолковский К.Э. Исследование мировых пространств 1911-1912 гг. // Собр. соч., – М.: Изд. АН СССР, 1954.
2. Кларк Артур Фонтаны Рая. – М.: ИЛ, 1967.
3. Вяткин А.В., Хлопков Ю.И. Космический лифт // Труды 55-ой научной конференции МФТИ «Современные проблемы фундаментальных и прикладных наук». – Жуковский, 2012. – с. 30-32.
4. Хлопков Ю.И., Вяткин А.В., Хлопков А.Ю., Зея Мью Мьинт Проблемы создания космического лифта // Materials digest of LI International Research and Practice Conference “Physical, Mathematical and Chemical Sciences: Theoretical Trends and Applied Studies”, – London: IASHE, 2013. – P. 38-41.
5. Вяткин А.В., Зея Мью Мьинт, Хлопков Ю.И. Ключевая проблема проекта «Космический лифт» – трос // Труды 56-й научной конференции МФТИ «Современные проблемы фундаментальных и прикладных наук». – Жуковский, 2013. с. 31-33.