



# Тюнинг для акустического комфорта автомобиля

Иванова Т.В., лаборатория виброакустики



[www.AutoRC.ru](http://www.AutoRC.ru)  
**Automotive  
Research  
Center**

■ Комфорт лучше, чем дискомфорт.

■ Красота лучше безвкусицы.

■ Тишина лучше шума.

■ Эти простые сравнения показывают, что человечество все больше привыкает к «удобному» образу жизни.

- 
- Поэтому и автомобильные заводы стремятся всячески завоевать рынок, оборудуя и дооснащая свои автомобили различными приспособлениями, которые позволяют водителю чувствовать себя за рулем удобно.
  - Очень хорошо, что кроме удобств для водителя заводы стремятся обеспечить и акустический комфорт в салоне автомобиля.

- 
- Но для этого необходимо выявить доминирующие причины, формирующие звуковое поле в салоне автомобиля.

# МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ

---

- Исследования источников и оценка эффективности применения виброшумопоглощающих материалов проводились на различных режимах движения:
- интенсивный разгон;
- постоянные скорости;
- работа двигателя на холостом ходу;
- различные типы дорог;
- Различные точки измерения в салоне автомобиля.

# МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ

---

- В основу методики испытаний положен ГОСТ Р 51616 и разработанные в настоящее время изменения к нему.
- В качестве оценочных параметров внутреннего шума использован уровень звука и уровень звукового давления, скорректированные по шкале «А»

# Результаты исследований

---

- Для работы по повышению акустической комфортабельности были выбраны два легковых автомобиля классов «С» и «Е».

# Результаты исследований

---

В процессе испытаний были получены зависимости параметров внутреннего шума для различных измерительных точек от скоростного режима и от типа дорожного покрытия.



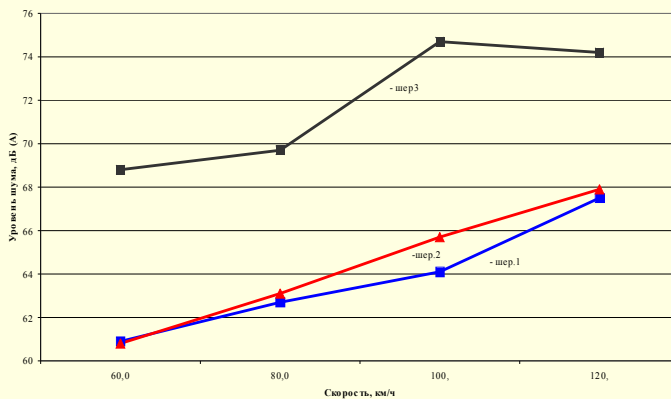
# Результаты исследований

---

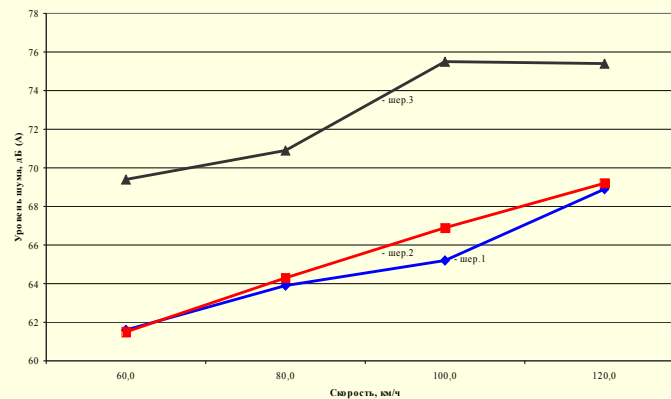
- Для автомобиля класса «Е» изменение скоростного режима движения с 60 км/ч до 120 км/ч приводит к увеличению внутреннего шума до 10 дБ А (движение с постоянными скоростями).

# Зависимость уровня шума в салоне автомобиля класса «Е» от скорости на разных типах дорог

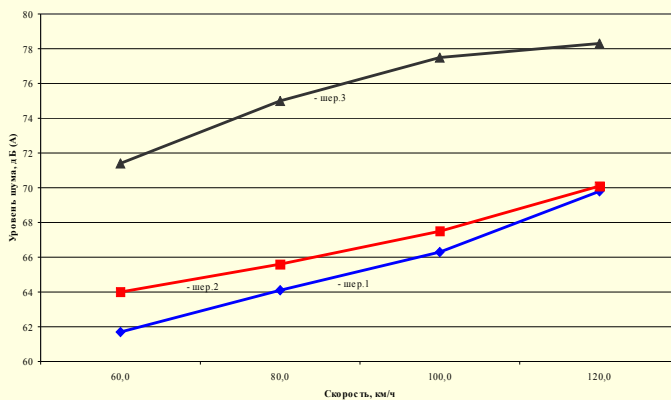
Зависимость уровня шума в Т1 в зависимости от скоростного режима на разных типах дорог



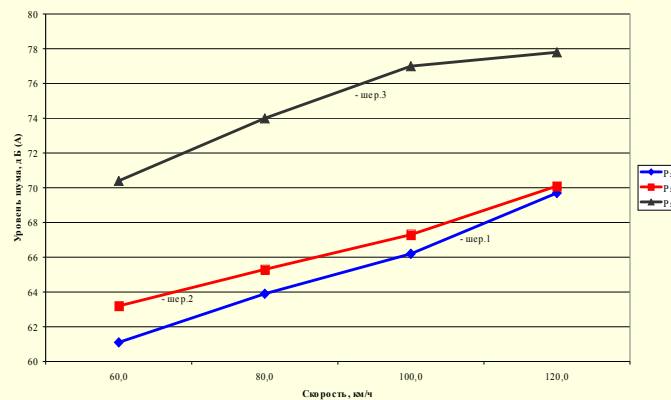
Уровни шума в Т2 в зависимости от скоростного режима на разных типах дорог



Уровни шума в Т3 в зависимости от скоростного режима на разных типах дорог



Уровни шума в Т4 в зависимости от скоростного режима на разных типах дорог



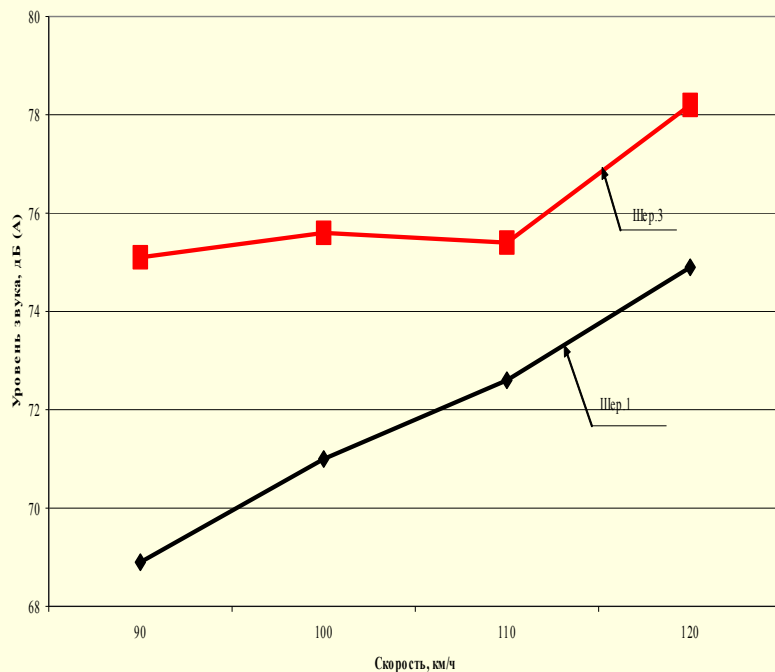
# Результаты исследований

---

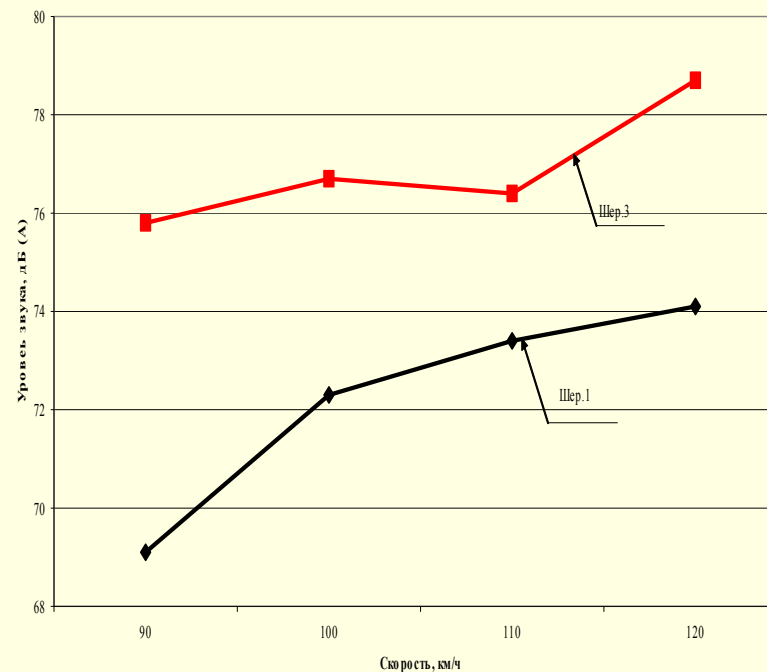
- Для автомобиля класса «С» при изменении скорости с 90 до 120 км/ч увеличение шума в салоне доходит до 5 дБ. С увеличением скорости влияние шероховатости дорожного покрытия на уровни шума снижается на обоих автомобилях

# Зависимость уровня шума в салоне автомобиля класса «С» от скорости на разных типах дорог

Уровни звука на рабочем месте водителя в зависимости от скоростного режима на разных типах дорог



Уровни звука на втором ряду сидений в зависимости от скоростного режима на разных типах дорог



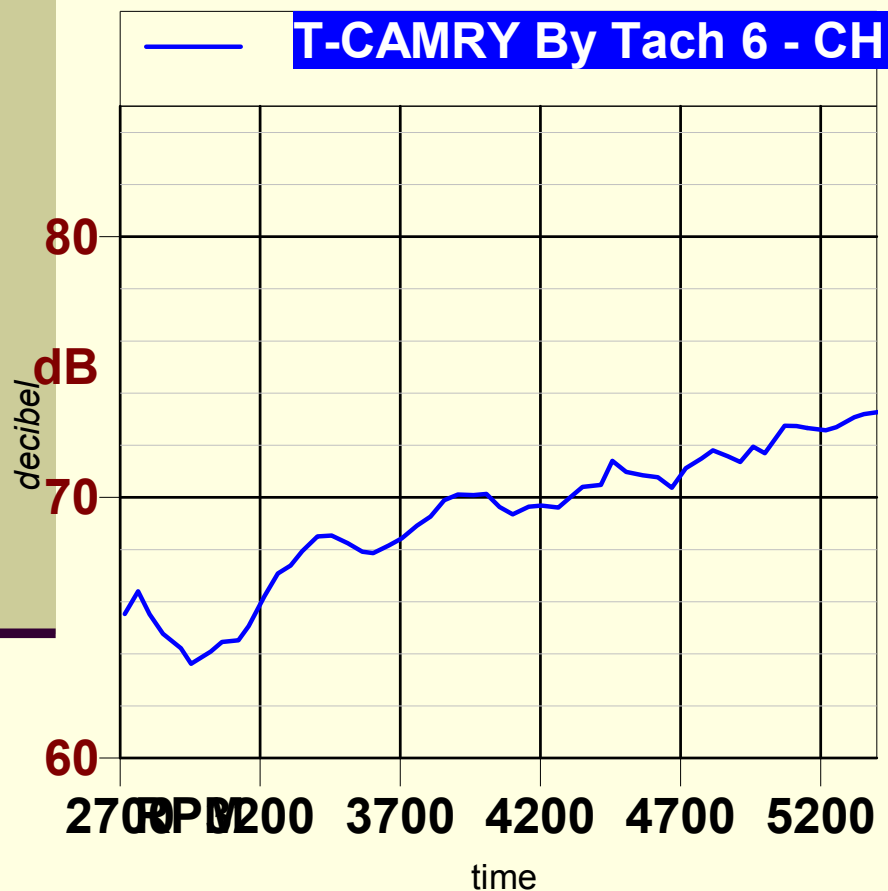
# Результаты исследований

---

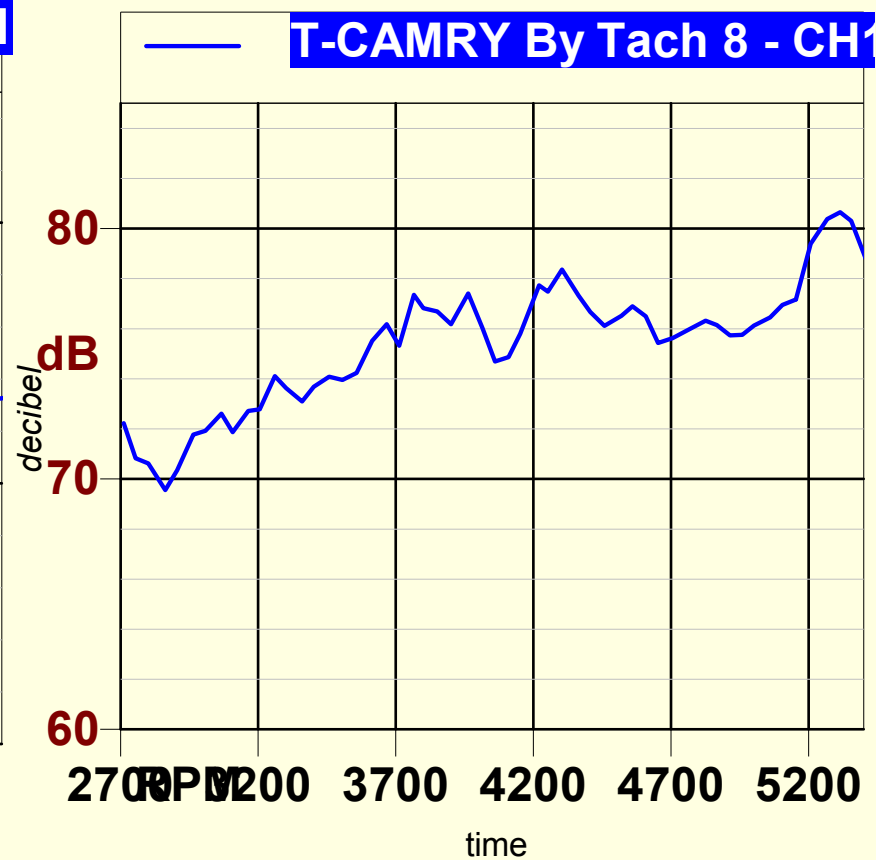
- Для автомобиля класса «Е» динамика развития уровня звука в режиме интенсивного разгона направлена в сторону увеличения со скоростью 0.6 дБА на 100 мин<sup>-1</sup> при нечетко выраженных резонансных явлениях. Максимальные уровни в основном определяются максимальными скоростными режимами работы двигателя и автомобиля. В спектрах имеются явно выраженные пики, соответствующие второй моторной гармонике работы двигателя, и собственные частоты. Доминирующей является собственная частота в районе 200 Гц. Моторные гармоники явно выражены при движении по гладкому асфальтобетону, и следуют за изменением скоростного режима работы двигателя.

# Результаты исследований

Гладкий асфальт



Шероховатый асфальт



# Результаты исследований

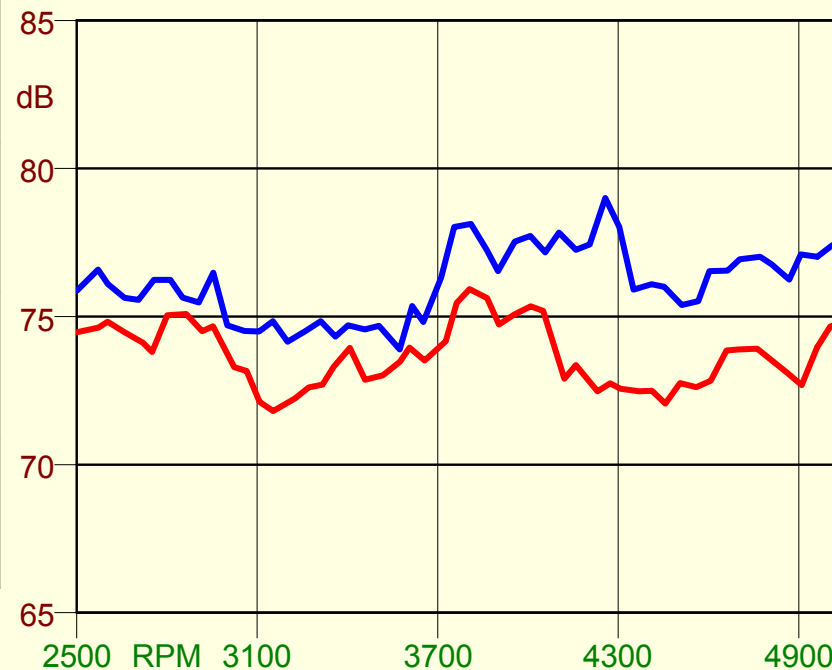
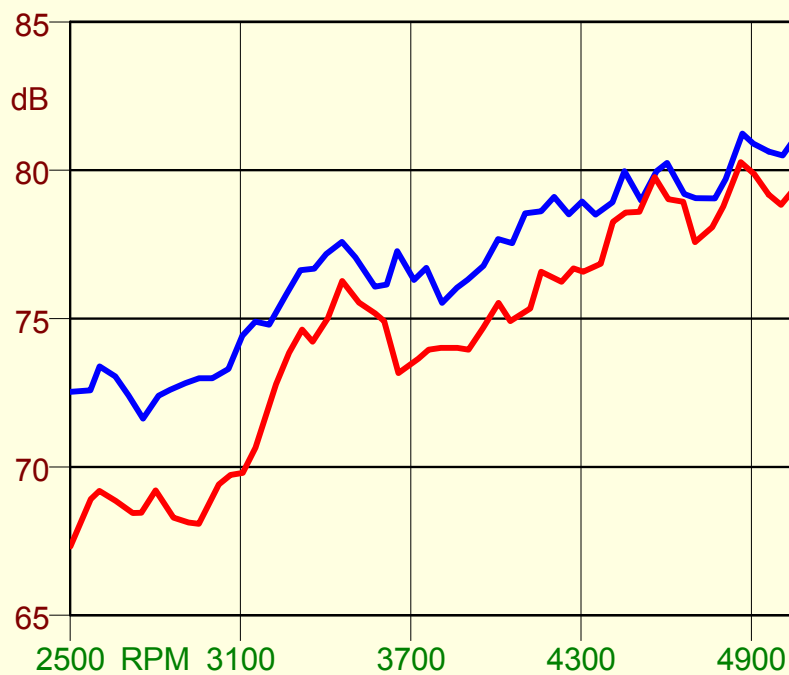
---



- Для автомобиля класса «С» соблюдается примерно такая же динамика развития уровня звука при разгоне на рабочем месте водителя, то есть 0.6 дБА на 100 мин-1, однако на заднем ряду сидений уровни шума в меньшей степени зависят от частоты вращения коленчатого вала двигателя. Максимальные уровни в большей степени определяются резонансными явлениями и второй моторной гармоникой.

# Результаты исследований

Первый ряд сидений

Второй ряд сидений



-  - Шероховатый асфальт
-  - Гладкий асфальт



# Результаты исследований

---

- Точки измерения шума для автомобилей обоих классов оказывают существенное влияние на получаемые результаты, как плане развития уровней звука, так и спектральных составляющих. Различие по точкам доходит до 5 дБ на гладком асфальтобетоне. На шероховатом асфальтобетоне это различие уменьшается, так как более широкополосное возбуждение генерирует большое количество собственных мод колебаний.

# Результаты исследований

---

- Для автомобиля класса Е было выявлено, что шум в салоне автомобиля в большей степени связан с шумом в багажном отделении, с шумом, измеренным у задних колес, а также с вибрациями на полу салона и багажного отделения автомобиля. В связи с этим, мероприятия, направленные на улучшение акустической комфортабельности автомобиля, были направлены, в основном, на элементы багажного отделения и пол салона.

# Результаты исследований

---

- Для автомобиля класса «С» было определено, что основной причиной шума в салоне является проникновение шума из зоны моторного отсека и отклик конструкции на второй моторной гармонике. При этом характер шума в салоне при разгоне в режиме холостого хода и при разгоне в движении имеет один и тот же характер. В связи с этим оценивался эффект от мероприятий в режиме холостого хода.



# Тактика NOISE TUNING

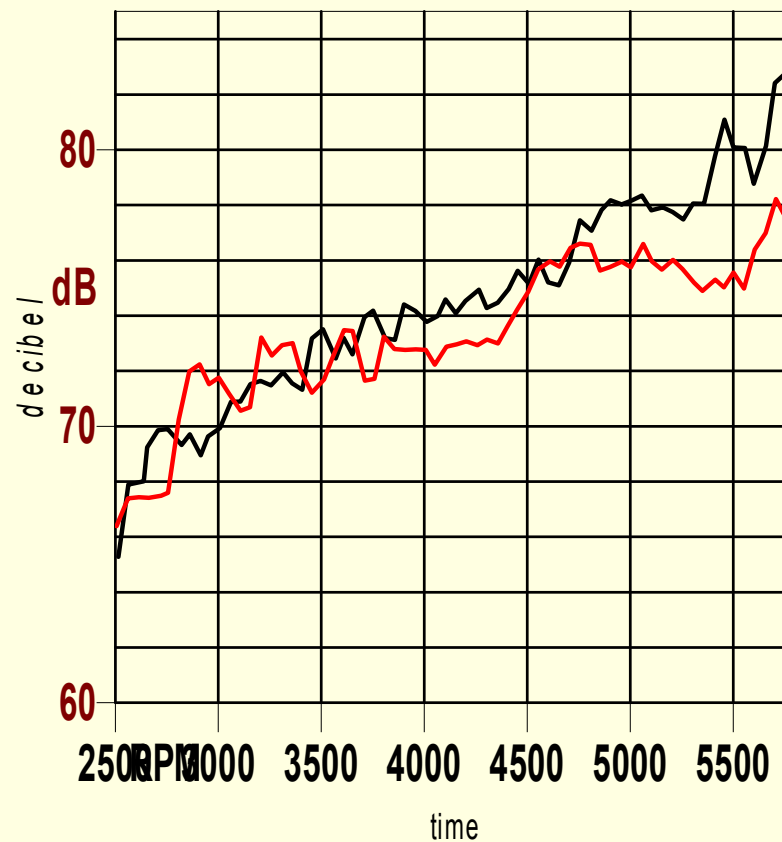
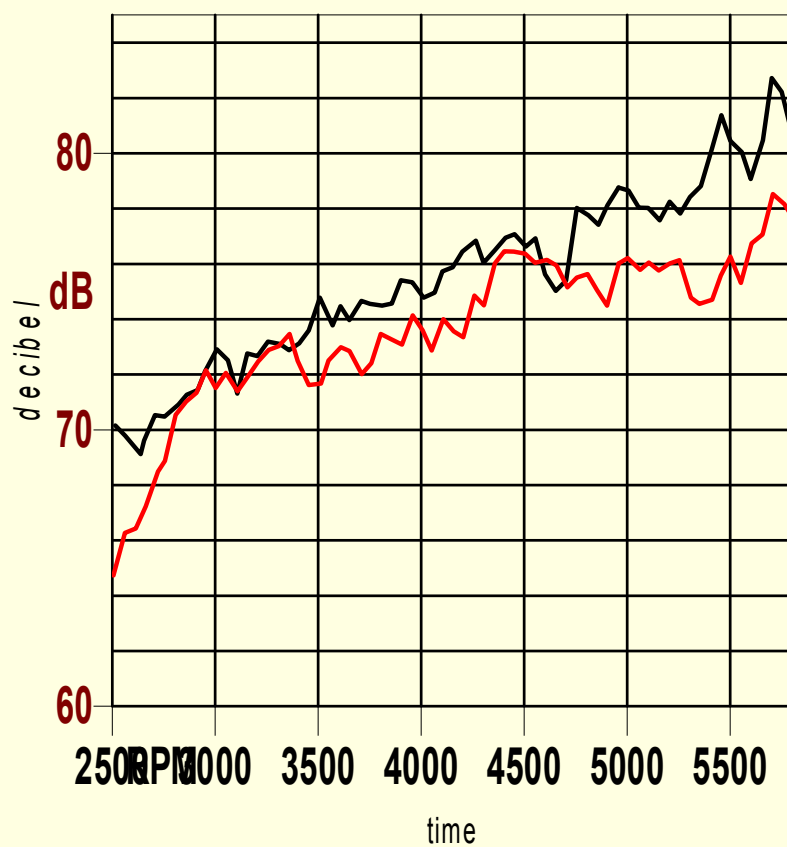


## Тактика NOISE TUNING

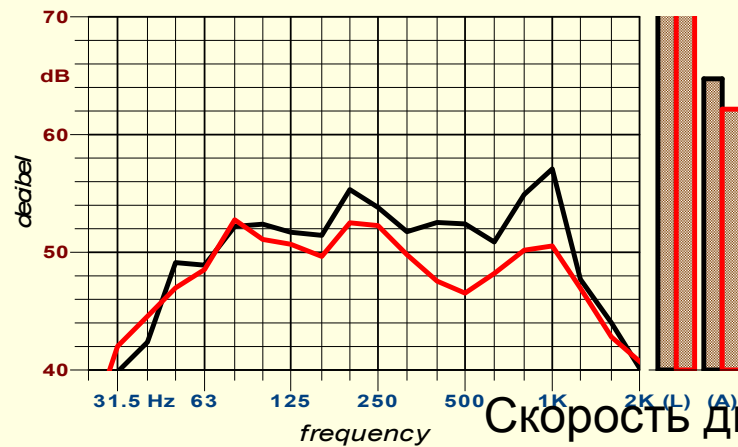
---

- Для автомобиля класса «Е» оклейка среднего пола салона, днища и боковин багажника дали наименьший эффект. Оклейка переднего пола позволила снизить уровни шума в конце разгонов, а также на шероховатом асфальтобетоне на высоких скоростях в низкочастотной области. Оклейка колесных ниш позволяет еще более снизить уровни шума в конце разгонов и при движении с постоянными скоростями низкочастотную зону (125-250 Гц). Установкой шумоизоляционного материала на полку багажника достигается эффект в высокочастотной зоне (500-1000 Гц). Таким образом, наилучшие показатели достигнуты при оклейке переднего пола салона и колесных ниш.

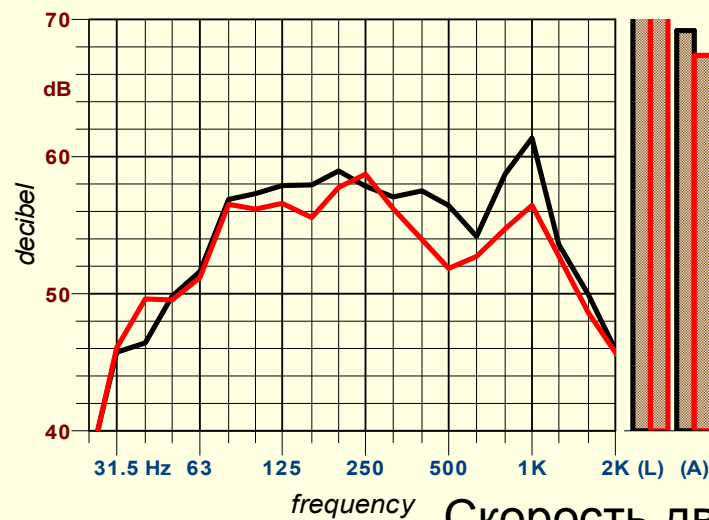
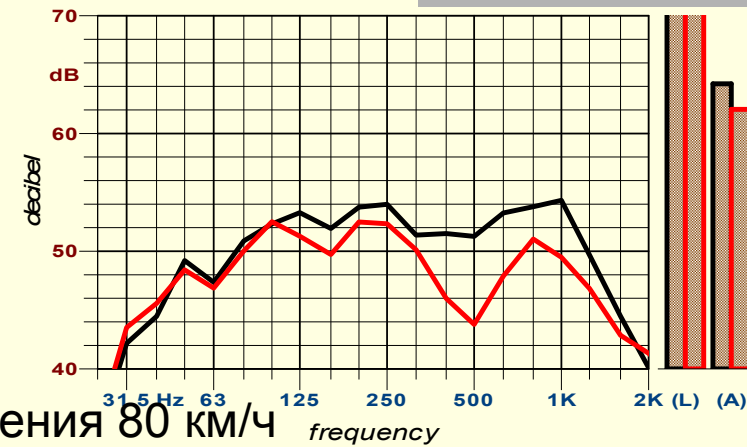
Эффект снижения внутреннего шума в салоне автомобиля класса «Е» после тюнинга для акустического комфорта при движении в режиме разгона на шероховатом асфальте



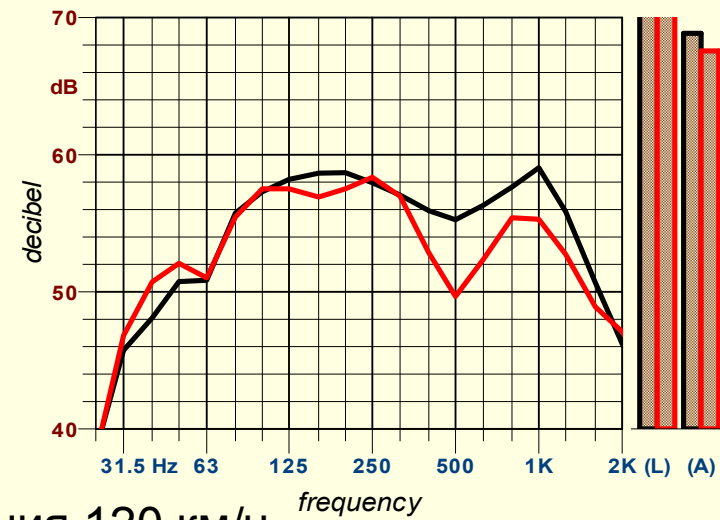
# Эффект снижения внутреннего шума в салоне автомобиля класса «Е» после тюнинга для акустического комфорта при движении на постоянных скоростях



Скорость движения 80 км/ч



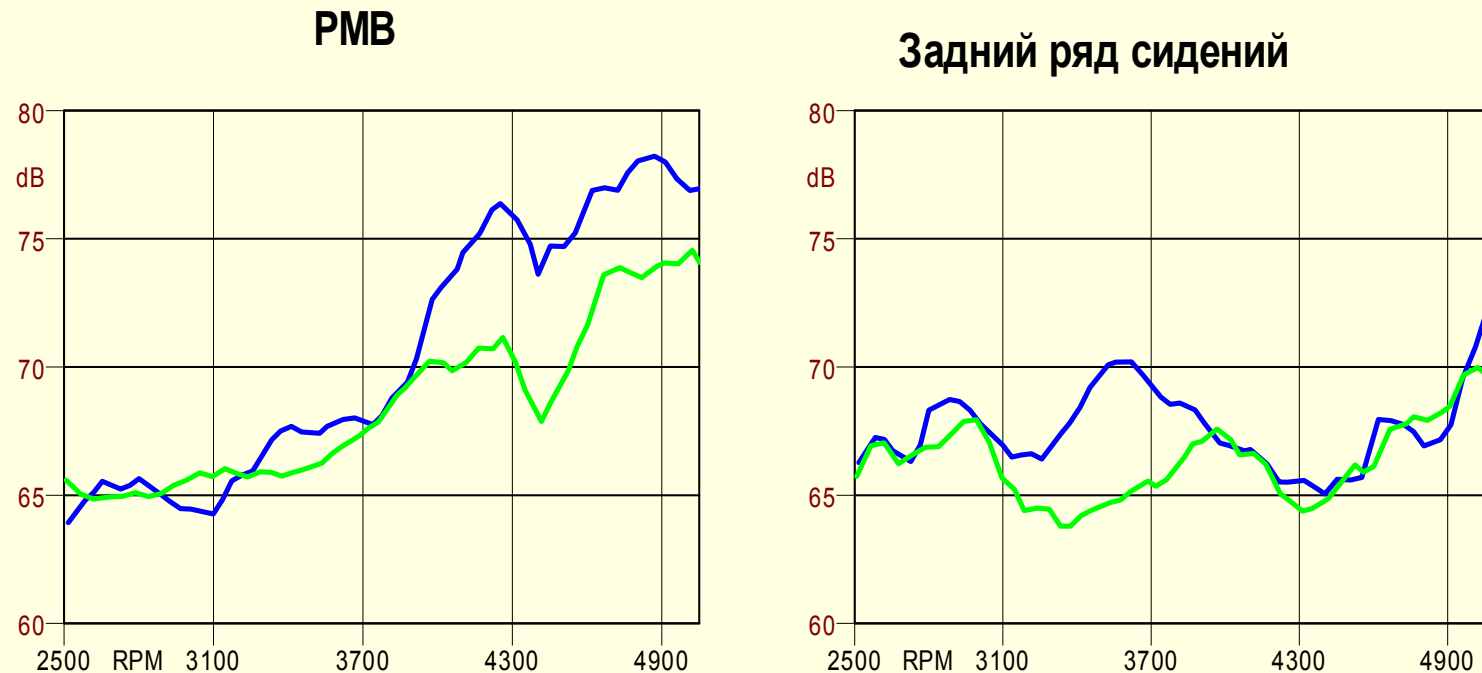
Скорость движения 120 км/ч



- 
- Таким образом, было выявлено:
  - для автомобиля класса «Е» эффективность использования дополнительных материалов в салоне автомобиля при интенсивном разгоне несколько ниже, чем при движении на постоянных скоростях;
  - использование дополнительных шумоизоляционных материалов в салоне автомобиля позволяет снизить уровень шума и, соответственно, повысить акустическую комфортабельность автомобиля;
  - снижение уровней шума в салоне автомобиля находится в пределах от 0.5 до 3 дБ в зависимости от испытательного режима.



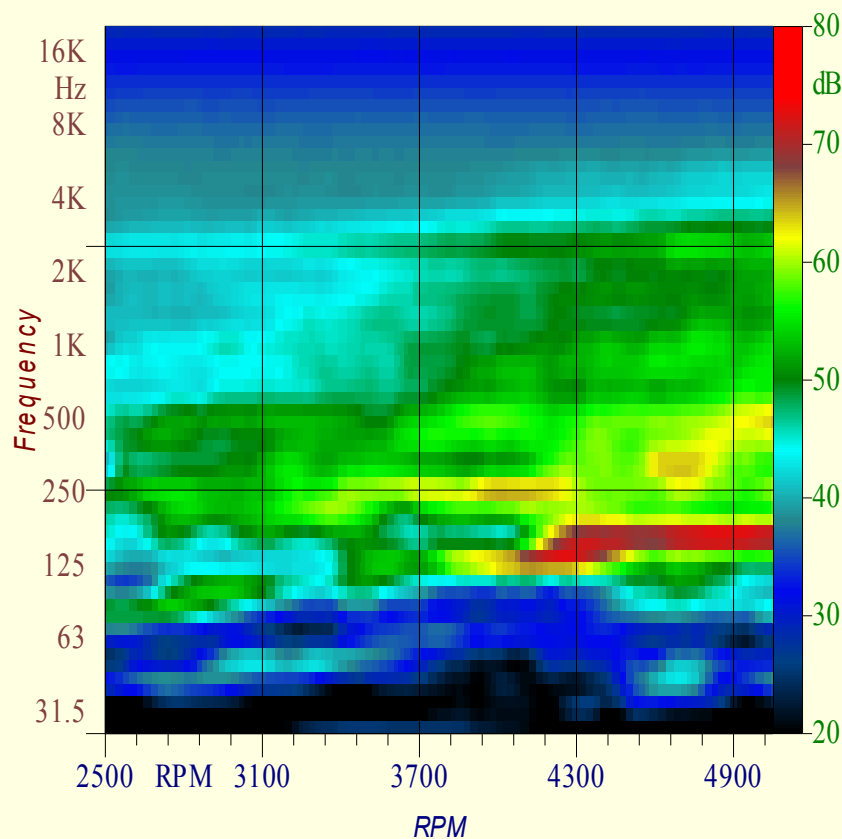
Для автомобиля класса «С» анализ результатов испытаний показал, что эффект от акустической обработки колеблется от 4 до 6 дБ



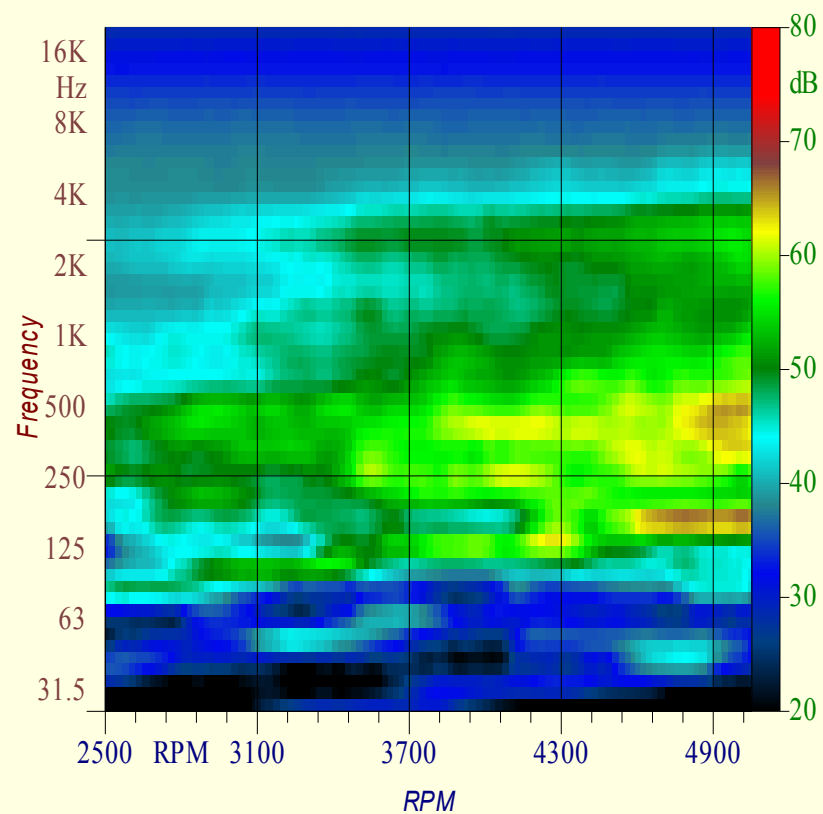
- Снижение шума в салоне автомобиля класса «С» после акустической обработки

# Сонограммы шума до и после акустической обработки автомобиля класса «С»

Исходное состояние



После проведения работ  
по акустической доводке автомобиля



# Заключение

---

- Таким образом, чтобы сделать тюнинг для акустического комфорта автомобиля необходимо в первую очередь оценить доминирующую причину или источник шума в салоне.
- Только после этого можно повысить акустическую комфортабельность автомобиля либо за счет вибропоглощающих материалов, либо за счет шумопоглощающих материалов, либо с обоими вместе.

# Заключение

---

- «Тотальное» покрытие шумо-вибропоглощающими материалами всего салона не всегда приводит к желаемому эффекту по снижению шума.
- Скорее этим достигается увеличение стоимости.
- Чтобы иметь приемлемое соотношение «цена – качество» необходимо проводить исследования.