

транспорта [Текст] / Э. А. Сафронов. – Омск : ОнПИ СибАДИ, 1985. – 86 с. **13.** Василенко, Е. А. Механизм коммерциализации предоставления социально значимых услуг населению : на примере общественного транспорта : дис. ... канд. экон. наук [Текст] / Е. А. Василенко. – Ростов на Дону : РГУ, 2004. – 204 с. **14.** Семчугова, Е. Ю. Оперативная оценка качества услуг в управлении городским пассажирским транспортом : дис. ... канд. экон. наук [Текст] / Е. Ю. Семчугова. – Хабаровск : ХГТУ, 2003. – 195 с. **15.** Горбачов, П. Ф. Концепція формування систем маршрутного пасажирського транспорту в містах : дис. ... доктора техн. наук [Текст] / П. Ф. Горбачов. – Х., 2009. – 370 с. **16.** Грановский, Б. И. Моделирование спроса на пассажирские перевозки [Текст] / Б. И. Грановский. – М. : Наука, 1984. – 58 с.

Bibliography (transliterated): **1.** Gorbachev, P., Lyubiy, E., Polad, A. (2014). Usloviya funktsionirovaniya sistemiy gorodskogo passazhirskogo transporta g. Kabul. Vestnik ekonomiki transporta i promyshlennosti, 46, 335–337. **2.** Shabarova, E. (1981). Sistema passazhirskogo transporta goroda i aglomeratsii: sistemnyy analiz i proektirovanie, 279. **3.** Zatonskiy, A., Antonova, A. (2006). Effektivnost i kriterii optimalnosti dvizheniya obschestvennogo transporta. XIX Mezhdunarodnaya nauchnaya konferentsiya. "Matematicheskie metody v tehnikе i tehnologiyah" MMTT-19. Sb. trudov, T. 7, 143–145. **4.** Efremov, I.,

Kobozev, V., Yudin, V. (1980). Teoriya gorodskih passazhirskih perevozk, 535. **5.** Gorev, A. (2010). Osnovy teorii transportnykh sistem. Saint Peterburg, 214. **6.** Gudkov, V., Mirotin, L., Velmozhin, A., Shiryayev, S. (2006). Passazhirskie avtomobilnye perevozki, 448. **7.** Velmozhin, A., Gudkov, V., Kulikov, A., Serikov, A. (2002). Effektivnost gorodskogo passazhirskogo obschestvennogo transporta, 256. **8.** Gromov, N., Panchenko, T., Chudnovskiy, A. (1987). Edinaya transportnaya sistema, 303. **9.** Breydo, T. (1978). Matematicheskoe modelirovanie transportnykh setey i optimizatsiya parametrov ih funktsionirovaniya, 24. **10.** Tuzovskiy, A. (1980). Voprosy optimizatsii operativnogo upravleniya dvizheniya passazhirskogo transporta na marshrutah, 182. **11.** Vasilev, V. (1978). Issledovanie nekotorykh zakonomernostey formirovaniya passazhiroptokov na gorodskoy marshrutnoy seti transporta obshchego polzovaniya, 182. **12.** Safronov, E. (1985). Optimizatsiya sistem gorodskogo passazhirskogo transporta, 86. **13.** Vasilenko, E. (2004) Mechanizm kommersializatsii predostavleniya sotsialno znachimykh uslug naseleniyu : na primere obschestvennogo transporta, 204. **14.** Semchugova, E. (2003). Operativnaya otsenka kachestva uslug v upravlenii gorodskim passazhirskim transportom, 195. **15.** Gorbachov, P. (2009). Kontseptsiya formuvannya sistem marshrutnogo pasazhirskogo transportu v mistah, 370. **16.** Granovskiy, B. (1984). Modelirovanie sprosa na passazhirskie perevozki, 58.

Поступила (received) 22.12.2015

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Акбар Джан Полад – аспірант, Харківський національний автомобільно-дорожній університет; вул. Петровського, 25, м. Харків, Україна, 61002; тел.: 050-166-18-08; e-mail: zmarpolad@yahoo.com.

Акбар Джан Полад – аспірант, Харьковский национальный автомобильно - дорожный университет; ул. Петровского, 25, г. Харьков, Украина, 61002 ; тел.: 050-166-18-08; e-mail: zmarpolad@yahoo.com.

Akbar Jan Polad – postgraduate, Kharkiv National Automobile and Highway University, 61002, Ukraine, Kharkov, Petrovskogo str., 25; tel.: 050-166-18-08; e-mail: zmarpolad@yahoo.com.

УДК 006.91

К. С. ТЫМАНЮК, В. Л. КОСТЕНКО, Е. Д. ПОПЕРЕКА

МЕТОДИКА ЭКСПРЕСС-ДИАГНОСТИКИ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА ПО ПАРАМЕТРАМ ВИБРАЦИИ, НАПРЯЖЕНИЯ БОРТОВОЙ СЕТИ И СИСТЕМЫ ЗАЖИГАНИЯ

В статье представлены результаты исследований по созданию методики экспресс-диагностики технического состояния двигателя транспортного средства с использованием информационно-измерительной системы «Дельфин 1-М». Разработан алгоритм контроля двигателя с целью исследования основных информационных параметров. Проведены экспериментальные исследования двигателя. Приведены результаты обработки экспериментальных данных с использованием пакета MATLAB.

Ключевые слова: экспресс-диагностика, методика, двигатель, транспортное средство, информационно-измерительная система

Введение. Диагностические операции используются достаточно широко для оценки технического состояния и поиске многих дефектов автомобильных транспортных средств, однако не существует единой методики оценивания эффективности выбранных операций контроля.

В работе на основании анализа литературных источников по аналогичным исследованиям установлено что, несмотря на широкое применение диагностирования, не создано достаточно универсального метода оценки технического состояния.

Был проведен анализ диагностических методик и аргументирован выбор необходимых параметров для оценки технического состояния автомобильного транспортного средства. Установлена целесообразность использования сочетания методов контроля.

Исключительная разнообразность и сложность автомобильных транспортных средств как объектов исследования не позволяет на данный момент преобразовать их диагностику в строго формализованную систему, где любые проблемы могут быть разрешены

при помощи исчерпывающего набора готовых алгоритмов.

Такие агрегаты автомобильного средства как двигатель состоят из нескольких систем неисправности, в которых приводят к взаимному влиянию на функционирование друг друга, это вызывает сложность при выборе контролируемых параметров, что необходимо учитывать при выборе алгоритмов и методик контроля.

Аналитический обзор методов и постановка проблемы экспресс-диагностики транспортных средств. Одной из основных методологических проблем контроля технического состояния является подбор как единичных контролируемых параметров так и их комбинаций. Изучение отдельных параметров контроля отделенных от совокупности процедур диагностики ставит ряд вопросов. Отсутствие единой метрологической теории выбора параметров контроля технического состояния, которая объединяла все воз-

К. С. Тыманюк, В. Л. Костенко, Е. Д. Поперека

возможные параметры контроля, не позволяет выполнять оценивание при помощи наиболее весомых параметров состояния объекта контроля [1]. Все это в свою очередь, ограничивает развитие методологии контроля технического состояния и распространение использования метода в повседневной практике эксплуатационных и ремонтных предприятий.

В последнее время значительный интерес уделяется изучению информационной составляющей структуры диагностических сигналов как отображению внутренних процессов изменения состояния объекта контроля. Накоплено большое количество экспериментальных данных по диагностической значимости параметров процессов систем касательно технического состояния двигателя автомобильного транспортного средства. Но исследования в этой области требуют постоянного развития в связи с совершенствованием и применением новых технических решений в производстве двигателей для автомобильных транспортных средств [2].

При использовании ряда диагностического оборудования, в т.ч. диагностических комплексов и измерительных систем пользователь сталкивается с анализом значительного числа параметров, что приводит к весоному снижению оперативности принятия решений о состоянии контролируемого объекта. Поэтому при создании подобных систем актуальной становится задача ограничения контролируемых параметров за счет определения наиболее весомых, которые в последствии подвергаются анализу. В процессе решения данной задачи так же возникают вопросы сравнения параметров разного происхождения [3].

Ускоренная оценка технического состояния объекта диагностирования может быть не связана с техническим обслуживанием и ремонтом, т.е. быть специализированной процедурой. В данный момент не существует специальных средств обеспечения контроля состояния, поэтому на данном этапе используется технологическая диагностика, обеспеченная соответствующими средствами [4].

Для оценки технического состояния таких агрегатов автомобильного средства как двигателя внутреннего сгорания (ДВС) чаще всего используют методы оценки его основных составных частей. Для двигателя это цилиндропоршневая группа (ЦПГ) и газораспределительный механизм (ГРМ). При диагностировании двигателя должны проверяться прямые или соответствующие им косвенные параметры [5]. Однако оценить данные параметры методом непосредственных измерений без разборки двигателя не представляется возможным.

По результатам контроля параметров принимают решение о годности двигателя и возможности дальнейшей эксплуатации автомобильного средства или о необходимости проведения ремонта.

Для каждого агрегата автомобильного транспортного средства существует своя группа диагностических параметров обеспеченных методами, среди них как правило можно выделить методы подходящие для контроля технического состояния исследуемого объекта. Рассмотрим методы диагностики ДВС [6] независимые от бортовой диагностики OBD (On-Board Diagnostic), которая на данный момент не

предусматривает контроля технического состояния механической части двигателя.

Метод диагностики ДВС по параметрам вибрации в настоящее время находится в состоянии развития и пока не используется массово в диагностике ДВС, однако обладает большим потенциалом, так как позволит в перспективе определять с высокой точностью неисправность в случаях, где иные методы малоэффективны. К его недостаткам можно отнести высокие требования к квалификации оператора и необходимость тщательного закрепления датчиков вибрации [7].

Метод оптического контроля - эндоскопия двигателя проводится для оценки величины износа и определения поломок в ЦПГ. Позволяет выявлять прогар и повреждение клапанов, днищ поршней, головки блока и прокладки головки блока со стороны камеры сгорания. По следам масла на стержнях и тарелках клапанов, своде камеры сгорания, краях днища поршня можно определить износ маслоотражательных колпачков, поршневых колец [8]. Не требует специфической подготовки оператора, но вместе с тем требует компетентности в оценке и классификации обнаруженных дефектов, несложен в освоении. Недостатком метода является субъективность, так как оценку технического состояния выполняет непосредственно оператор.

При условии соответствия нормальному состоянию газораспределительного механизма о степени соответствия нормальному состоянию ЦПГ можно судить по параметрам герметичности цилиндров, одним из которых является утечка сжимаемого воздуха из надпоршневого пространства. При этом, параметр герметичности цилиндров обладает высоким коэффициентом информативности (0,936) и может быть оценен косвенными методами, а именно по характеру изменения легкодоступных для измерения величин: тока стартера, напряжения аккумуляторной батареи, частоты вращения коленчатого вала, температуры масла [9]. Далее приведены методы базирующиеся на параметре герметичности цилиндров.

Метод утечек, при котором производятся измерения при помощи пневмотестера, оценивает герметичность надпоршневого пространства, она определяется по падению давления сжатого воздуха, подаваемого в цилиндр через свечное отверстие (на бензиновом двигателе) или отверстие для форсунки (на дизельном двигателе). Недостатком метода является невысокая информативность теста для выявления не только проблемных цилиндров, но и первопричины недостаточного давления.

Метод диагностики ДВС основанный на изменении угловой скорости коленчатого вала позволяет найти цилиндр с пониженной компрессией, но требует большой компетентности и опыта в анализе получаемой информации с целью определения неисправностей двигателя.

Метод оценки относительной компрессии по току стартера позволяет определить дефектный цилиндр, основываясь на данных пульсации тока потребляемого стартером при прокрутке двигателя. Нашел широкое применение, используется в диагностических мотор-тестерах (Bosch FSA740, Дельфин-

1М и др.). Этот метод позволяет, провести оценку технического состояния двигателя ни прибегая к частичной разборке двигателя и определить дефектный цилиндр основываясь на разнице относительной компрессии. Недостатком метода является невозможность количественно оценить степень износа ЦПГ [10].

Описанные методы, кроме методов контроля по параметрам вибрации и оптического базируются на параметре герметичности цилиндров и обладают общим недостатком - несоответствие состояния ГРМ годовому ведет к снижению информативности контролируемого параметра по отношению к ЦПГ, таким образом достоверность данных методов зависима от состояния ГРМ. Для исправления данного недостатка может служить сочетание параметров базирующихся на герметичности цилиндров с параметром оптического контроля надпоршневого пространства ДВС, при котором возможно визуально оценить состояние элементов ГРМ.

Цели и задачи исследования. Целью данной работы является исследование и разработка методики диагностики транспортного средства, позволяющей в экспрессном режиме с высокой степенью достоверности определять состояние основных эксплуатационных параметров двигателя.

Методика и установка для экспресс-диагностики. На основании проведенного анализа известных методик диагностики транспортных средств и с учетом опыта использования разработанной информационно-измерительной системы [11] нами предложена методика экспресс-диагностики.

Диагностируемое транспортное средство после процедуры внешнего осмотра поступает на пост диагностики выполняется подключение датчиков напряжения бортовой сети, контактного или бесконтактного датчика системы зажигания. Установка датчиков вибрации осуществляется на характерные точки двигателя требование к месту установки согласно рис. 1.

Места установки датчиков. Датчик следует закреплять так, чтобы его измерительная ось совпадала с нужным при измерении направлением. Как правило, измерительная ось перпендикулярна плоскости крепления датчика (его рабочей поверхности). Цель измерения и анализа вибрации обычно диктует расположение мест крепления пьезодатчика на исследуемом объекте.

Поскольку реакции механических систем на возбуждение механическими колебаниями определяются сложными физическими процессами, то при измерении даже на одном элементе агрегата в близких друг к другу точках ввода может наблюдаться различный характер исследуемых колебаний. Вышесказанное особенно актуально для высокочастотной составляющей вибросигнала, что часто определяется различными типами распространения высокочастотных колебаний по поверхности.

Важно производить замеры вибрации в одних и тех же местах, называемых контрольными (штатными) точками измерения вибрации. Пользуясь рекомендациями описанными в стандартах.

Обычно, измерения параметров вибрации в контрольных точках производятся на корпусе АДВС и клапанных крышках.

Абсолютную вибрацию (при диагностировании большинства механических дефектов) рекомендуется измерять в трех взаимно перпендикулярных направлениях: вертикальном, горизонтально – поперечном и осевом. Преобразователи для измерения горизонтально – поперечной составляющей вибрации крепят на уровне оси вала против середины длины опорного вкладыша. Осевую составляющую вибрации следует измерять в точке, максимально приближенной к оси вала на Блоке цилиндров в точке опоры коренного подшипника вблизи горизонтального разреза между крышкой и корпусом.

Допускается измерение вертикальной, горизонтальной и осевой составляющих вибрации путем установки на верхнюю часть блока цилиндров трехкомпонентного вибродатчика для измерений вибрации во взаимно перпендикулярных направлениях совпадающих с главными осями агрегата.

В соответствии с рекомендациями ISO 1101-1969 поверхность для крепления датчика должна удовлетворять следующим условиям:

- шероховатость поверхности – не более 1,6 мкм;
- неперпендикулярность оси резьбового соединения к плоскости крепления преобразователя - не более 0,02 %;
- неплоскостность поверхности крепления – 0,01 %.

В силу экономических соображений при изучении виброконтролепригодности каждого конкретного АДВС и подготовке контрольных точек всегда возникает вопрос о пространственном направлении измерений, оптимальном с точки зрения распознавания состояния определенного узла агрегата.

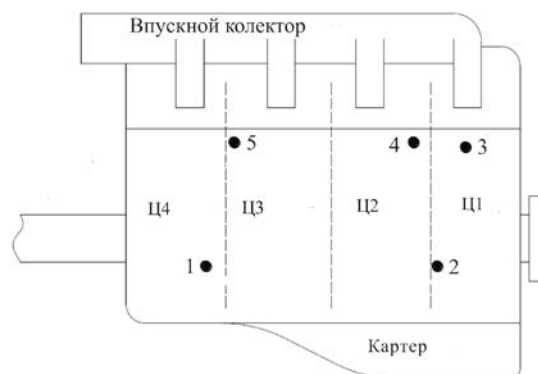


Рис. 1 – Типичные контрольные точки измерений вибрации на корпусе АДВС

Для контроля выбранных параметров использовались диагностический комплекс Дельфин-1м производства ЗАО «Циклон» возможности которого позволяют проводить измерения вибрации ДВС а так же сохранять протоколы диагностики в БД для последующего анализа. На рис. 2 представлен измерительный блок комплекса Дельфин-1М и датчики вибрации при помощи которых были получены синхронные диагностические сигналы.

Для выделения диагностических признаков нами использованы методы анализа виброакустических сигналов такие как фазо-циклового анализ, Быстрое

преобразование Фурье и анализ спектра низкочастотных сигналов. Тесты экспресс-диагностики вибрации проводились на двигателе автомобиля Mazda 626 проводились на испытательном стенде. Максимальная мощность составляет 95.6кВт при 5600мин⁻¹ и максимальный крутящий момент 185Нм при 4400 мин⁻¹.

Для проведения измерений использован универсальный агрегатизированный комплекс мотор-тестер "Дельфин-1М", комплект поставки которого включает, виброакустические датчики, датчики давления, датчики работы системы зажигания, напряжения бортовой сети и т.д. использование их показано в табл. 1.

Таблица 1 – Назначение датчиков мотор-тестера "Дельфин-1М"

№ п/п	Наименование	Назначение	Количество
1	ABC-117; No21; No40	Ультразвук	2
2	ABC-117-04; ABC-135-05 No43, No45	ВЧ-вибрация	2
3	ANC-114-02 (06) No14, No5	НЧ-вибрация	2
4	МД-250	Давление	1
5	Адаптер 12В	Напряжение бортовой сети	1
6	Адаптер системы зажигания 700В "Минус КЗ"	Импульсы катушки зажигания	1
7	Адаптер системы зажигания бесконтактный "Минус КЗ"	Импульсы катушки зажигания	1
8	Емкостной адаптер привязки к первому цилиндру	Импульсы работы первого цилиндра	1
9	Адаптер 12В	Импульсы штатного датчика положения КВ	1

Частота дискретизации системы записи фиксирована и составляет 70000 Гц.

Для синхронизации получаемой информации были использован емкостной адаптер привязки к первому цилиндру он генерирует сигнал один раз за оборот двигателя соответствует ВМТ цилиндра 1.

Для исследований был использован сигнал штатного датчика положения КВ, когда каждый зубец маховика проходит над Преобразователем, он генерирует импульсный сигнал. Таким образом 360° между двумя тахо-сигналами; исходя из этого сигналы вибрации могут быть связаны с углом поворота коленчатого вала в градусах, по измеренным сигналам тахометра. Поскольку маховик содержит 120 зубцов, зонд регистрирует 120 импульсов на каждый оборот. Крутильные колебания коленчатого вала получены от фазовой демодуляции измеренных сигналов зубчатого венца.

Пять вибрационных датчиков типа ABC-117 использовались для записи колебаний на поверхности блока цилиндров. Компоновка акселерометров согласно разделу 2. Ускорения двух датчиков ANC-114 использованы для расчета "крена" двигателя для диагностики пропусков зажигания. Давление цилиндра измеряется датчиком МД-250 через переходной элемент с вкрученной свечей зажигания.

Автомобиль был установлен на тягодинамический стенд с гидравлическим динамометром, который работает в качестве внешней нагрузки. Управляя динамометр, были выбраны три постоянные условия вращения КВ: 1500 мин⁻¹, 2000 мин⁻¹ и 3000 мин⁻¹. Поскольку двигатель изношен из соображения безопасности в экспериментах используется около

половины от максимальной частоты вращения КВ двигателя.

Было также обнаружено, та же что стабильность работы двигателя имела кажущееся улучшение на скоростях выше была 1500 мин⁻¹ (скорость холостого хода двигателя составляет около 750 мин⁻¹), особенно при наблюдении крутильных колебаний. При выборе нагрузки также рассмотрен вопрос безопасности и стабильной работы двигателя. Для каждой частоты КВ, были использованы три разные условия нагрузки: 50 Нм, 80 Нм, 110 Нм.

Удаление высоковольтного провода зажигания от свечи зажигания является наиболее прямым способом имитации 100 % осечки. Управляя ECU, 50 % пропуск зажигания был смоделирован на двигателе. Эксперименты с механическими неисправностями на двигателе включают в себя четыре этапа, показанные в табл. 2.

Поршень цилиндра 1 был расточен, чтобы получить больше поршневые зазоры. Зазор вкладыша коренного подшипника КВ был изменен при помощи механической обработки и прокладок.

Для произведенных доработок двигатель был разобран, зазоры измерены при помощи комплекта измерительных щупов. Нормальный зазор для поршня 0,05 мм, для коренного подшипника 0,04 мм.

Анализируются 15 результатов в нормальном состоянии и 21 результат при условии пропусков зажигания (в том числе 2 случая 50 % пропуска). Так же рассмотрены 30 случаев сигнала для каждой из поршневых неисправностей и коренного подшипника, соответственно, каждая стадия имеют равное число случаев (10). Распределение измерений для нормального состояния, пропусков зажигания и механических неисправностей приведены в табл. 3

Таблица 2 – Четыре этапа измерений с механическими неисправностями

№ теста	Тест	Описание дефекта
1	Умеренный стук поршня	Превышение в 3 раза нормального зазора между стенкой цилиндра и поршнем (Первый цилиндр)
2	Сильный стук поршня	Превышение в 6 раза нормального зазора между стенкой цилиндра и поршнем (Первый цилиндр)
3	Умеренный стук коренного подшипника	Превышающий в 2 раза зазор в коренном подшипнике Второго цилиндра
4	Сильный стук коренного подшипника	Превышающий в 4 раза зазор в коренном подшипнике Второго цилиндра

Таблица 3 – Распределение измерений нормальной работы, пропусков зажигания и механических неисправностей

Нормальная работа	Пропуск зажигания		Зазор в цилиндре		Зазор в коренном подшипнике	
15 всего	100% пропусков 19 всего	50% пропусков 2 всего	30 всего		30 всего	
	9 (цилиндр 1) 7 (цилиндр 2) 3 (цилиндр 3)	2 (цилиндр 1)	1 тест 15 всего (цилиндр 1)	2 тест 15 всего (цилиндр 1)	1 тест 15 всего (цилиндр 2)	2 тест 15 всего (цилиндр 2)

Некоторые необработанные сигналы в режиме 1500мин⁻¹/110 Нм показаны на рис. 2 ось X образцы отрезков времени, сигнал штатного датчика положения КВ увеличен на рис. 2. Из необработанного сигнала, видно, что давление в цилиндре на каждом цикле несколько изменяется поэтому необходимо синхронизовать усредненное значение сигнала давления для использования давления в имитационных моделях в следующей главе. Для каждого цикла, существуют два сигнала оборотов, сигналы, соответствующие НМТ в такте расширения горения и выпуска отработавших газов. Но только сигнал рабочего цикла полезен для диагностики неисправностей (особенно для выявления локализации неисправностей).

При обработке сигнала, сигналы давления в цилиндре 1 близки к сигналам датчика КВ в области рабочего хода, таким образом они были использова-

ны, чтобы удалить сигналы датчика КВ на такте расширения из измеренной информации. Из-за короткого переходного характера каждого импульса, можно видеть, что сигналы, ускорения являются почти периодические серии высокочастотных всплесков. Из измеренных необработанных сигналов датчика положения КВ, он также видно, что существует небольшое изменение периодического характера импульса между вершинами зубьев и датчика, это дает низкий дрейф частоты и амплитудной модуляции. Тем не менее, флуктуации амплитуды необработанного сигнала не имеет никакой пользы для фазовой демодуляции, прежде всего прохождения через нуль, указывают на фазовую модуляцию (после удаления низкочастотного дрейфа). Низкочастотный дрейф удаляется автоматически при полосовой фильтрации применяемой для фазовой демодуляции.

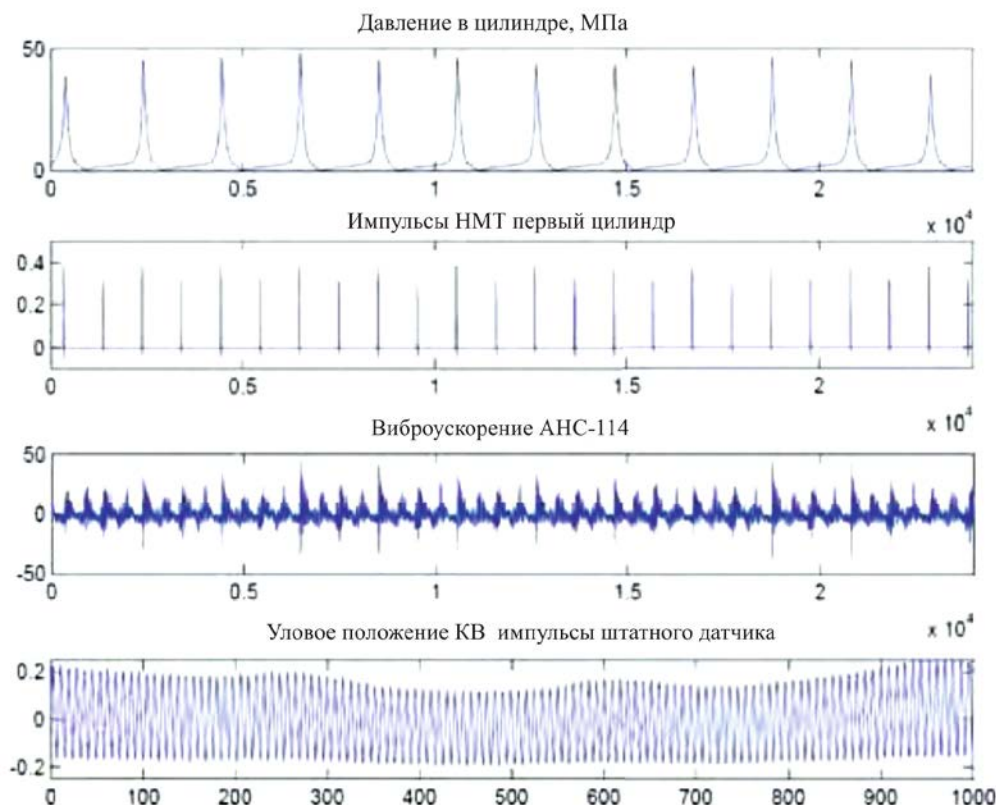


Рис. 2 – Пример исходных необработанных сигналов

Апробация разработанного метода экспресс-диагностики

На рис. 3 приведен кадр составляющий 720° поворота коленчатого вала для 4-х тактного бензинового двигателя, что составляет полный цикл работы двигателя, с указанными выше диагностическими парамет-

рами. В качестве образца для исследований был выбран двигатель Mazda626 1991 года выпуска с пробегом 20тыс. км, предварительно прошедшего опорные исследования технического состояния в измерительной лаборатории BOSCH ОНПУ. При экспресс-диагностике контролировались: параметры цикла ра-

боты двигателя с привязкой к повороту коленчатого вала для чего были использованы вибро-акустические параметры (фазо-цикловой анализ); работа системы зажигания; напряжение бортовой сети.

Фаза-цикловой анализ позволяет регистрировать события, происходящие в механизмах двигателя с привязкой к углу поворота коленчатого вала. Учет параметров работы бортовой сети и системы зажигания позволяет исключить влияние неисправностей в данных системах на оценку работы механизмов двигателя по параметрам вибрации. Использование пьезокерамических датчиков вибрации с различными частотными диапазонами позволяют определить механизм в котором происходит событие а так же учитывая частоты и интенсивность получаемого сигнала

классифицировать событие как дефект или как нормальный сигнал сгенерированный исправной работой механизмов ДВС.

Данные фаза-цикловой анализа представлены в табл. 4.

На рис. 4 представлены исходные низкочастотные сигналы для диапазона записи данных 8 секунд.

Осциллограмма низкочастотного сигнала выделенного из общего потока данных для одного полного цикла работы двигателя приведена на рис. 5.

Для обработки результатов исследований был выбран программный пакет MATLAB, обеспечивающий необходимые функции анализа полученных сигналов. Результаты приведены на рис. 6–10.

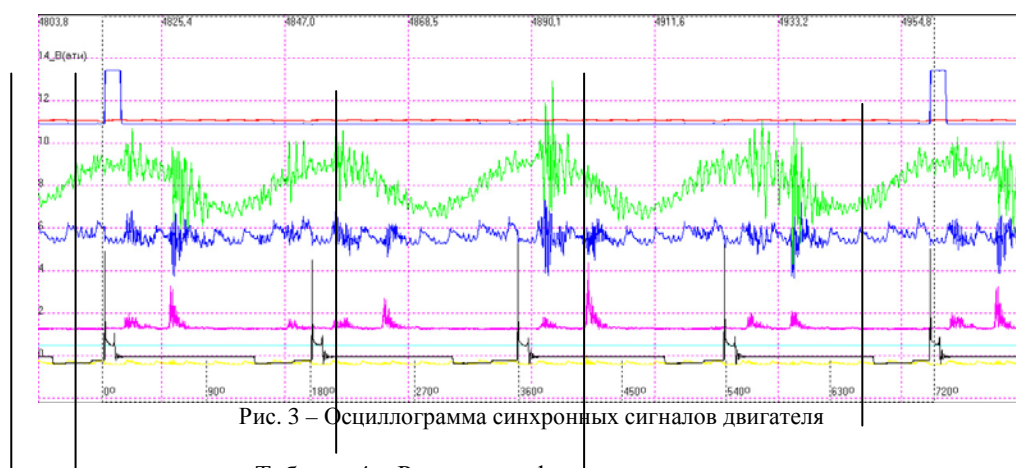


Рис. 3 – Осциллограмма синхронных сигналов двигателя

Таблица 4 – Результаты фаза-цикловой анализа

№ п/п участка осциллограммы	Угол поворота коленчатого вала	Зарегистрированное событие
1	15°	Закрытие впускного клапана 3го цилиндра, Стук поршня 1го цилиндра
2	55°	Стук поршня 1го цилиндра, закрытие впускного клапана
3	255°	Поршень третьего цилиндра, закрытие впускного клапана 4го цилиндра
4	370°	Стук поршня 4го цилиндра, стук шагуна 4го цилиндра
5	560°	Закрытие клапана 1го цилиндра, стук поршня 2го цилиндра

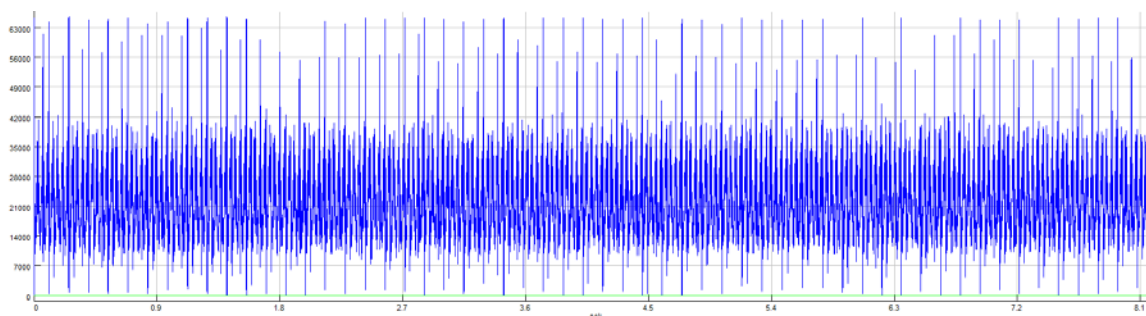


Рис. 4 – Низкочастотный сигнал из общего потока данных



Рис. 5 – Исходный низкочастотный сигнал одного цикла работы двигателя 720°

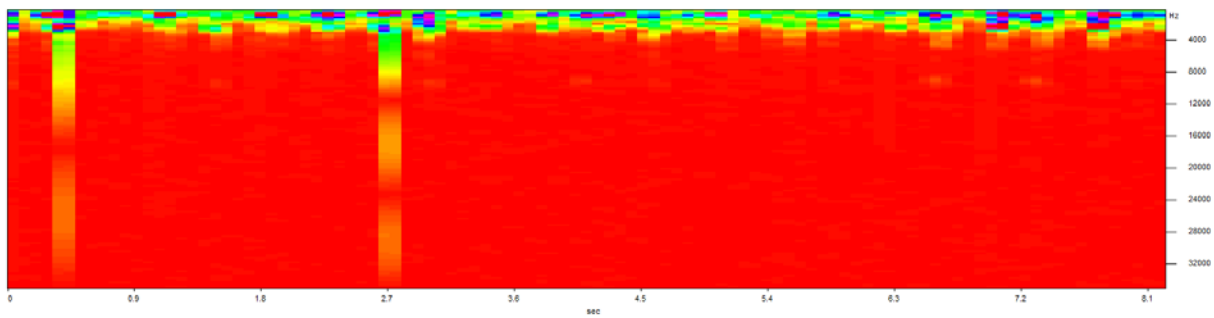


Рис. 6 – Быстрое преобразование Фурье для НЧ сигнала из общего потока данных

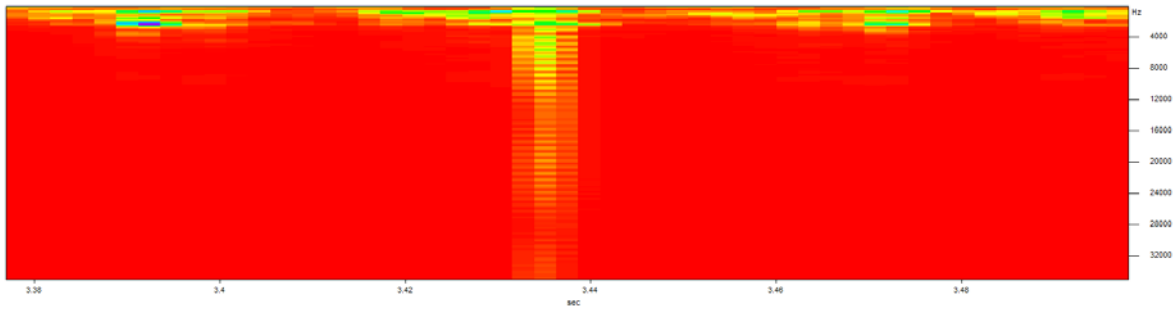


Рис. 7 – Быстрое преобразование Фурье для НЧ сигнала 1го цикла

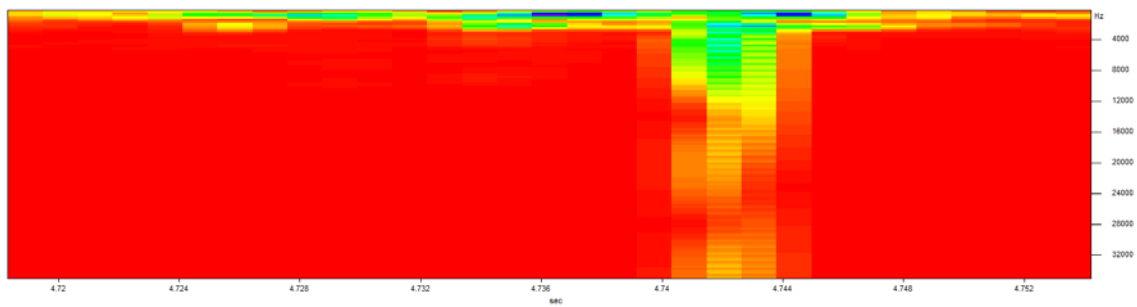


Рис. 8 – Быстрое преобразование Фурье для НЧ сигнала 3й цилиндр

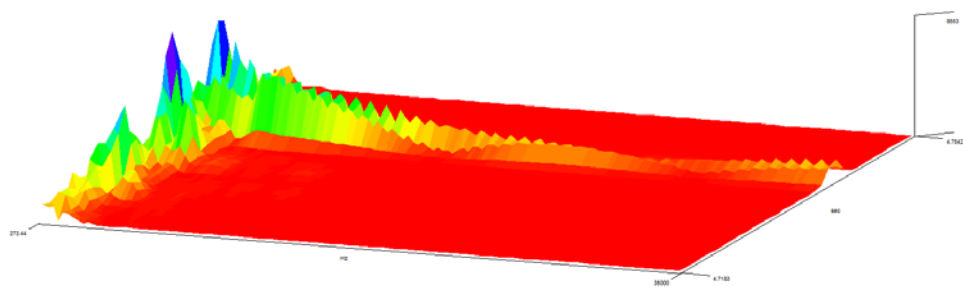


Рис. 9 – Быстрое преобразование Фурье для НЧ сигнала 3й цилиндр 3д вид

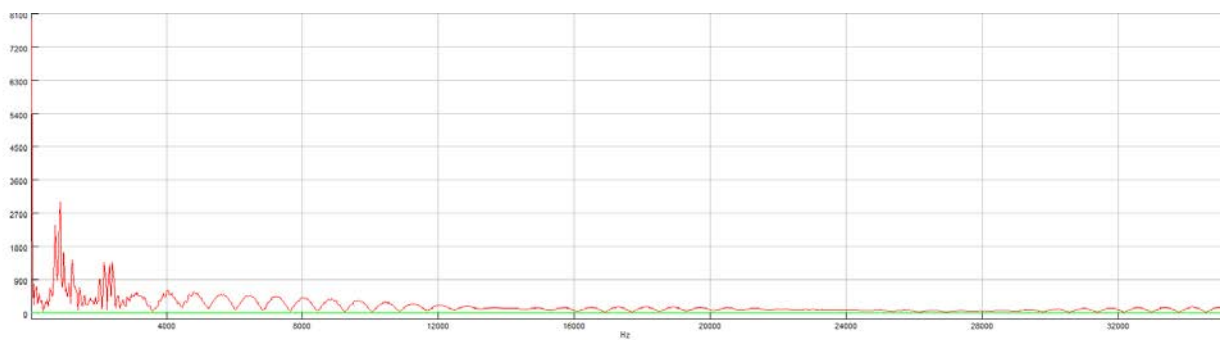


Рис. 10 – Спектрограмма НЧ сигнала

Полученные диаграммы и график позволили установить неисправное состояние поршня 3-го цилиндра, нарушение регулировок клапанов, бортовая система питания исправна, система зажигания исправна. Экспертная оценка приведенных параметров показала остаточный ресурс на уровне 70 %. Общее время диагностики составило 7,5 что не менее чем в 3 раза меньше времени стандартной процедуры диагностики. Результаты сравнивались с данными опорного исследования экспериментального образца двигателя, что на основании сравнения подтверждена достоверность предложенной методики.

Выводы. Результаты исследования позволяют сократить время проведения диагностики и обладают достаточной информативностью для возможности принятия решения оператором о состоянии двигателя автомобильного средства.

Методика позволяет предупреждать аварийные состояния работы ЦПГ и ГРМ так же позволяет определить дефекты цилиндров. Ускорение проведения контроля, за счет предложенного нами алгоритма и ограничения совокупности контролируемых параметров наиболее информативными, с учетом поставленных задач, составляет 46-80 %.

Выполнение оценки состояния с применением предложенного алгоритма позволяет контролировать нормальное изменение ресурсного состояния ДВС во время эксплуатации за счет применения базы данных (БД) а так же своевременно выявлять дефекты механизмов ЦПГ и ГРМ, таким образом избегать предельного состояния работы ДВС.

Список литературы: 1. Опанович, В. А. Технология диагностирования машин [Текст] / В. А. Опанович, Ю. Д. Карпиевич // Наука и техника: международный научно-технический журнал. – 2012. – No 2. – С. 45–52. 2. Wu, J. D. An expert system for fault diagnosis in internal combustion engines using probability neural network [Text] / Jian-Da Wu., Peng-Hsin Chiang., Yo-Wei Chang, Yao-jung Shiao // Expert Systems with Applications. – 2008. – No 34. – P. 2704–2713. 3. Korczewski, Z. Contemporary diagnostic methods for ship engines: a report on scientific research activity of Polish Naval Academy in this field [Text] / Z. Korczewski // Polish maritime research. – 2008. – Vol. 15. No 56. – P. 46–58. 4. Варнаков, Д. В. Методика выбора диагностических параметров при определении параметрической надежности двигателей автотранспортных средств [Текст]: Сборник научных трудов SWorld: мат. междунар. науч.-практ. конф. «Современные направления теоретических и прикладных исследований '2013». – Вып. 1. Том 9. – Одесса: КУПРИЕНКО, 2013. – С. 17–24. 5. Songpon, K. Condition monitoring of valve clearance fault on a small for strokes petrol engine using vibration signals [Text] / K. Songpon., P. Nivesrangsan // Journal of Science and Technology. – 2010. – No 32. – P. 619–625. 6. Mohammadpour, J. Survey on Diagnostics

Methods for Automotive Engines [Text] / J. Mohammadpour, M. Franchek, and K. A. Grigoriadis // American Control Conference on O'Farrell Street – 2011. – P. 985–990. 7. Dąbrowski, Z. Investigations of the Vibroacoustic Signals Sensitivity to Mechanical Defects Not Recognised by the OBD System in Diesel Engines [Text] / Z. Dąbrowski, M. Zawisza // Solid State Phenomena, Mechatronic Systems, Mechanic and Materials. – 2011. – P. 194–199. 8. Komorska, I. The Diagnostic Model Proposition Of The Engine Vibration Signal [Text] / I. Komorska // Journal of KONES Powertrain and Transport. – 2008. – Vol.15. – No 2 – P. 191–198. 9. Antoni, J. Effective vibration analysis of IC engines using cyclostationarity [Text] / J. Antoni, J. Danière, F. Guillet // Journal of Sound and Vibration Part I: A methodology for condition monitoring. – 2002. – No5. – P. 815–837. 10. Тьманюк, К. С. Исследование датчиков для экспресс-диагностики вибрации [Текст] / К. С. Тьманюк, В. Л. Костенко // Тр. 14-й междунар. научно-практ. конф. «Соврем. информ. и электрон. технологии СИЭТ-2013». – Одесса: ОНПУ, 2014 – С. 80–81. 11. Костенко, В. Л. Информационно-измерительная система контроля нормированных параметров производственных факторов [Текст] / В. Л. Костенко, А. А. Николенко, Е. Д. Поперека, М. В. Ядрова, К. С. Тьманюк // Восточно-Европейский журнал передовых технологий: Информационно-управляющие системы. – 2014. – No 3/9(69). – С. 51–56. doi:10.15587/1729-4061.2014.25419

Bibliography (transliterated): 1. Opanovich, V. A., Karpievich, Yu. D. (2012). Tekhnologiya diagnostirovaniya mashin. Nauka i tekhnika: mezhdunarodnyi nauchno-tekhnicheskii zhurnal, 2, 45–52. 2. Jian-Da, Wu., Peng-Hsin, Chiang., Yo-Wei, Chang, Yao-jung, Shiao (2008). An expert system for fault diagnosis in internal combustion engines using probability neural network. Expert Systems with Applications, 34, 2704–2713. 3. Korczewski, Z. (2008). Contemporary diagnostic methods for ship engines: a report on scientific research activity of Polish Naval Academy in this field. Polish maritime research, Vol. 15, No 56, 46–58. 4. Varnakov, D. V. (2013). Metodika vybora diagnosticheskikh parametrov pri opredelenii parametricheskoj nadezhnosti dvigatelei avtotransportnykh sredstv. Sbornik nauchnykh trudov SWorld: mat. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. «Sovremennye napravleniya teoreticheskikh i prikladnykh issledovaniy '2013», 1 (9), 17–24. 5. Songpon, K., Nivesrangsan, P. (2010). Condition monitoring of valve clearance fault on a small for strokes petrol engine using vibration signals. Journal of Science and Technology, 32, 619–625. 6. Mohammadpour, J., Franchek, M., Grigoriadis, K. A. (2011). Survey on Diagnostics Methods for Automotive Engines. American Control Conference on O'Farrell Street, 985–990. 7. Dąbrowski, Z., Zawisza, M. (2011). Investigations of the Vibroacoustic Signals Sensitivity to Mechanical Defects Not Recognised by the OBD System in Diesel Engines. Solid State Phenomena, Mechatronic Systems, Mechanic and Materials, 194–199. 8. Komorska, I. (2008). The Diagnostic Model Proposition Of The Engine Vibration Signal. Journal of KONES Powertrain and Transport, Vol. 15, No 2, 191–198. 9. Antoni, J., Danière, J., Guillet, F. (2002). Effective vibration analysis of IC engines using cyclostationarity. Journal of Sound and Vibration, 257, 5, 815–837. 10. Тьманюк, К. С., Костенко, В. Л. (2013). Issledovanie datchikov dlya ekspress-diagnostiki vibratsii. Тр. 14-й mezhdunar. nauchno-prakt. konf. Sovrem. inform. i elektron. tekhnologii (SIET-2013), 80–81. 11. Костенко, В. Л., Николенко, А. А., Поперека, Е. Д., Ядрова, М. В., Тьманюк, К. С. (2014). Informacionno-izmeritelnaya sistema kontrolya normirovannykh parametrov proizvodstvennykh faktorov. Vostochno-Evropejskij zhurnal peredovykh tekhnologij: Informacionno-upravlyayushhie sistemy, No 3/9(69), 51–56. doi:10.15587/1729-4061.2014.25419

Поступила (received) 23.12.2015

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Тьманюк Константин Сергеевич – аспирант, Одеський національний політехнічний університет; Кафедра металорежущих станків, метрології та сертифікації, пр. Шевченка, 1, г. Одесса, Україна, 65044; тел.: 099-28-26-547; e-mail: kstymaniuk@gmail.com

Тьманюк Костянтин Сергійович – аспірант, Одеський національний політехнічний університет, Кафедра металорізальних верстатів, метрології та сертифікації, пр. Шевченка, 1, м. Одеса, Україна, 65044;

Konstantin Tymaniuk – postgraduate, Odessa National Polytechnic University, Department of Metal-cutting machines Metrology and Certification, Shevchenko 1, Odessa, Ukraine, 65044;

Костенко Виталий Леонидович – доктор технічних наук, професор, Одеський національний політехнічний університет, Кафедра металорежущих станків, метрології та сертифікації, пр. Шевченка, 1, г. Одесса, Україна, 65044; e-mail: kv1777@ukr.net

Костенко Віталій Леонідович – доктор технічних наук, професор, Одеський національний політехнічний університет, Кафедра металорізальних верстатів, метрології та сертифікації, пр. Шевченка, 1, м. Одеса, Україна, 65044; e-mail: kv1777@ukr.net.

Kostenko Vitaliy – professor, Odessa National Polytechnic University, Department of Metal-cutting machines Metrology and Certification, Shevchenko 1, Odessa, Ukraine, 65044; tel.: 063-169-62-49; e-mail: kv1777@ukr.net.

Поперека Катерина Дмитрівна – аспірант, Одеський національний політехнічний університет, Кафедра металорежущих станків, метрології та сертифікації, пр. Шевченка, 1, г. Одеса, Україна, 65044;

Popereka Katerina Dmitrivna – аспірант, Одеський національний політехнічний університет, Кафедра металорізальних верстатів, метрології та сертифікації, пр. Шевченка, 1, м. Одеса, Україна, 65044;

Popereka Katerina – postgraduate, Odessa National Polytechnic University, Department of Metal-cutting machines Metrology and Certification, Shevchenko 1, Odessa, Ukraine, 65044; e-mail: popereka2013.prof@mail.ru.

УДК 004.021

А. Ю. САВЧЕНКОВА

ПРОГНОЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОЭФФИЦИЕНТА КОНВЕРСИИ НА ОСНОВЕ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ РЕГРЕССИИ

В статье рассмотрено оптимальное хранение прошлых данных. Рассмотрены алгоритмы для лучшей конверсии предложены в будущем более точные результаты вероятностей той или иной конкретной рекламы. Рассмотрены сочетания оценок CTR с помощью логистической регрессии. Приведены основные сведения про CTR оптимизацию. Дается описание иерархической модели данных. В иерархической модели автоматически поддерживается целостность ссылок между предками и потомками. Основное правило: никакой потомок не может существовать без своего родителя. Также рассматриваем расчёт вероятности с помощью логистической регрессии. С помощью метода бинарной логистической регрессии можно исследовать зависимость дихотомических переменных от независимых переменных, имеющих любой вид шкалы.

Ключевые слова: логистическая регрессия, RTB, CTR, деревья данных, коэффициент конверсии, CPC, рекламные сети, иерархии данных, DSP, CPA.

Введение. В современном мире, где существует интернет, рекламодатели пытаются продать свои продукты публикуя свою рекламу в виде графического объявления на различных веб-страницах, пользующихся популярностью среди потенциальных потребителей, например, на страницах новостных порталов. Основной целью рекламодателя является достижение наиболее подходящую аудиторию в данной тематике, которая будет взаимодействовать с отображаемыми объявлениями, это и называется контекстной рекламой. Контекстная реклама - Реализация этой цели является достаточно сложной, в следствии чего рекламодатели должны использовать такое технологическое решение, как DSP. Demand Side Platform (DSP, автоматизированная система покупки) – технологическая система организации аукциона для рекламодателей, которая торгуется с SSP (платформами для RTB-торгов со стороны площадок), управляет несколькими рекламными сетями ([Ad Networks](#)) и рекламными биржами ([Ad Exchanges](#)), обменивается прочими данными в интересах рекламодателя в цифровой экосистеме [RTB](#). Цель DSP — как можно дешевле купить показы аудитории, максимально соответствующей запросам рекламодателя. По сути, DSP позволяет рекламодателям покупать аудиторию, а не конкретные места для размещения рекламы. Когда пользователь кликает на ссылку, SSP-система запускает торги на DSP-площадке. На основании данных SSP, собственной информации с сайта рекламодателя и купленных сведений у DMP (Data Management Platforms — поставщика профилей пользователей и систем управления ими), DSP формирует ставки и проводит RTB-аукцион.

Рекламодатели ищут оптимальную цену на торгах для каждого объявления, чтобы улучшить эффек-

тивность их кампании. Оптимальная цена за баннер зависит от CPC (цена за клик) или CPA (цена за действие). Если CPC или CPA установлены правильно, то показатель кликабельности (CTR) будет высоким. Например, ваш рекламный блок показан 1 раз и на него кликнул один человек, значит его CTR — 100 %.

$$CTR = (\text{количество кликов} / \text{количество показов}) * 100$$

CTR напрямую связаны с намерением пользователя, взаимодействующего с объявлением в данном контексте и его трудно моделировать и предсказать, в чем и заключается самая главная сложность.

Иерархия хранения прошлых данных. В основе иерархической модели данных лежит один главный элемент (главный узел), с которого все и начинается, такой элемент называет корневым элементом, в теории графов это называется корнем дерева. Вообще, по сути, что сетевая база данных, что иерархическая база данных имеет древовидную структуру. Все элементы или узлы, которые находятся ниже корневого узла иерархической модели, являются потомками корня. Стоит сказать, что и иерархическая база данных, и сетевая база данных оптимизированы на чтение информации из БД, но не на запись информации в базу данных, эта особенность обусловлена самой моделью данных.

Узлы дерева, которые находятся на одном уровне, обычно называются братьями. Узлы, которые находятся ниже какого-то определенного уровня, являются дочерними узлами по отношению к нему. Иерархическую модель данных можно сравнить с файловой системой компьютера. Компьютер умеет очень быстро работать с отдельными файлами: удалять конкретный файл, редактировать файл, копировать или перемещать файл. Но