

**Осипов Иван Федорович**

Инженер- радиотехник, судебный эксперт,  
ООО «КОНТРОЛЬ24» с 2009г.  
РФ, Иркутская область, г. Иркутск

Osipov Ivan Fedorovich,  
Radio engineer, forensic expert at CONTROL24 LLC since 2009,  
Russian Federation, Irkutsk region, Irkutsk

**МЕТОДИКА СУДЕБНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ  
ВИДЕОКАРТ NVIDIA ТЫСЯЧНОЙ СЕРИИ НА ПРЕДМЕТ  
ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕФЕКТОВ И ПРИЧИН ИХ ОБРАЗОВАНИЯ  
METHOD OF FORENSIC EXAMINATION OF VIDEO  
CARDS FOR DETERMINING DEFECTS AND THE REASONS  
FOR THEIR FORMATION (INSTRUMENTAL METHOD)**

**Аннотация:** Это вторая часть методики по исследованию видеокарт. Первая часть, в которой описана «МЕТОДИКА СУДЕБНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ ВИДЕОКАРТ НА ПРЕДМЕТ МАЙНИНГА (ВИЗУАЛЬНОЕ ПЕРВОНАЧАЛЬНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)» [1].

Судебная или досудебная экспертиза видеокарты – это процесс исследования видеокарты (GPU) с целью выявления ее технического состояния, целостности, а также возможных следов вмешательства или использования, которые могут быть важны для судебного разбирательства. Данная экспертиза может проводиться в рамках различных судебных дел, таких как уголовные расследования, гражданские споры о качестве товара, защите прав потребителей.

Экспертиза видеокарты может быть ключевым элементом в судебных делах, связанных с такими пунктами как:

Возврат или обмен товара;

Определением виновных в поломке или неисправности оборудования.

Профессионально выполненная судебная экспертиза позволяет получить объективные данные, которые могут быть использованы в суде для защиты интересов сторон.

**Abstract:** This is the second part of the video card research methodology. The first part, which describes the “METHODOLOGY OF FORENSIC EXAMINATION OF VIDEO CARDS FOR MINING (VISUAL INITIAL TECHNICAL RESEARCH)”. [1]. Forensic or pre-trial examination of a video card is the process of examining a video card (GPU) in order to identify its technical condition, integrity, as well as possible traces of tampering or use, which may be important for legal proceedings. This examination can be carried out in various court cases, such as criminal investigations, civil disputes about the quality of goods, and consumer protection.

Video card examination can be a key element in court cases related to such points as:

Return or exchange of goods;

Determining those responsible for equipment breakdown or malfunction.

A professionally performed forensic examination allows you to obtain objective data that can be used in court to protect the interests of the parties.

**Ключевые слова:** GPU, видеокарта, судебная экспертиза, майнинг, крипто валюта, биткойн, код 43, черный экран, ремонт видеокарты, диагностика видеокарты, pci express, MOSFET, DrMOS.

**Keywords:** GPU, video card, forensics, mining, crypto currency, bitcoin, code 43, black screen, video card repair, video card diagnostics, pci express, MOSFET, DrMOS.



## Введение

В данной статье я собрал опыт нескольких лет по исследованию видеокарт. Итогом служит данная методика, которая поможет определить инструментальным методом состояние видеокарты.

**Видеокарта**, также называемая **видеоадаптером** – это устройство, которое управляет выводом графики в компьютере. Процессор вычисляет данные, передает их на видеокарту и преобразует данные таким образом, чтобы монитор или проектор могли воспроизводить все в виде изображения. Видеокарты могут быть подключены к материнской плате через систему шин (PCIe, ранее также PCIE и VLB, AGP или ISA), либо включены в один из компонентов материнской платы, например, в набор микросхем или в главный процессор (CPU) как часть SoC.

В данной методике описано, как проверить состояние видеокарты с помощью электронных измерительных приборов, таких как мультиметр, осциллограф, блок питания с изменяемым напряжением и током, тепловизор, увеличительный микроскоп, а также лабораторный стенд для подключения видеокарты.

## Основные этапы судебной экспертизы видеокарты:

Первичный и визуальный осмотр видеокарты;

Фотографирование и фиксация состояния видеокарты;

Исследование печатной платы и соединений на наличие механических или термических повреждений.

Проверка серийного номера и других идентификационных данных видеокарты;

Анализ микросхем и электронных компонентов на предмет подделки или изменения;

Поиск следов ремонтных работ: пайка, замена компонентов, изменение схемотехники;

Тестирование видеокарты на стенде с использованием специализированного программного обеспечения;

Проверка всех функциональных возможностей: производительности, стабильности, работы при различных нагрузках;

Оформление экспертного заключения с выводами о техническом состоянии видеокарты, наличии или отсутствии дефектов, возможных причинах неисправности и рекомендациями по дальнейшим действиям.

Вся экспертиза – это сложный метод определения причины образования дефекта и требует от эксперта знания в области электроники и схемотехники.

Также эксперт должен соответствовать требованиям ГОСТ Р 59521 [1] и № 138-ФЗ (ред. от 06.04.2024, с изм. от 04.06.2024) [2].

Представленная методика – это второй метод в алгоритме исследования видеокарты на предмет неполадок видеокарт Nvidia серии 10xx.

Видеокарты Nvidia, оснащённые графическими процессорами Pascal, широко известны своей надёжностью и высокой производительностью. Они пользуются популярностью как среди геймеров, так и среди майнеров, несмотря на то, что прошло уже несколько лет с момента их выпуска.

Однако, как и любое другое электронное устройство, видеокарты могут выходить из строя. В данной статье мы рассмотрим особенности поиска неисправностей у большинства видеокарт Nvidia с видеочипами Pascal.

Как обнаружить неисправности в работе видеокарты?

Если возникли проблемы с видеокартой, нужно провести тщательную диагностику. Современные печатные платы содержат множество мелких компонентов, что усложняет их проверку даже при хорошем зрении.

При диагностике нужно обратить внимание на повреждённые элементы, следы перегрева, сколы и отсутствующие детали. Особенно внимательно следует осматривать видеокарты без задней защитной пластины.



После визуального осмотра нужно использовать мультиметр для измерения сопротивления на основных линиях питания: +3,3 В и +12 В. Линия +12 В наиболее нагружена, так как используется для питания наиболее энергоёмких компонентов видеокарты.

Не самые мощные видеокарты получают достаточно энергии через интерфейс PCI-E (до 75,9 Вт), поэтому им не нужны дополнительные источники питания.

Однако более производительные графические процессоры требуют больше энергии, которую они получают через дополнительные разъёмы. В этом случае энергия поступает как через разъём, так и через слот PCI-E.

Например, напряжение +12 В от разъёма PCI-E может использоваться для питания первых двух фаз Vcore и формирования других напряжений, таких как +5 В. Остальные фазы получают энергию через дополнительный разъём.

Если видеокарта Nvidia включается без подключённого дополнительного разъёма питания (6 или 8-pin), она инициализируется и выводит на монитор сообщение «Please power off the computer and connect the external 8-pin connectors» или аналогичное.

При диагностике видеокарт необходимо провести проверку сопротивлений по линии +12 вольт. Для этого следует соединить чёрный щуп прибора (минусовой) с любой точкой видеокарты, которая соединена с землёй. Затем с помощью плюсового щупа нужно измерить сопротивление в следующих точках:

контакты разъёма PCI-E, по которым поступает напряжение +12 В от материнской платы (12V\_Bus);

контакты разъёма дополнительного питания +12 В (12V\_EXT).

Напряжение +12 вольт из слота PCI-E поступает на видеокарту через 4–5 пинов, а 3,3 вольта – через три контакта (side B – сторона платы, на которой расположен графический процессор, side A – задняя часть видеокарты).

Сопротивления по линиям питания +12 В должны быть относительно большими и составлять несколько тысяч Ом.

В ситуации, когда сопротивление по линиям 12V\_Bus или 12V\_EXT падает ниже 100 Ом, это указывает на возможное короткое замыкание. В таких условиях компьютер может не включаться вовсе или выключиться через несколько секунд после включения. Дополнительно, вентиляторы на видеокарте могут перестать функционировать из-за активации системы защиты блока питания.

При коротком замыкании по линии +12 вольт на видеокарте обычно срабатывают предохранители, рассчитанные на ток от 10 до 15 ампер, либо специальные резисторы с нулевым сопротивлением, выполняющие функцию предохранителей. Однако на бюджетных видеокартах такие резисторы могут отсутствовать, что в случае короткого замыкания может привести к возгоранию.

В случае выхода из строя элементов на плате видеокарты, которые могут вызвать короткое замыкание или значительное увеличение тока, предохранители или шунты должны активироваться первыми, защищая другие дорогостоящие компоненты от повреждений.

Дополнительно, в сложных системах могут быть установлены датчики тока и напряжения, которые мониторят состояние линий питания. При обнаружении аномалий они могут активировать защитные механизмы, такие как отключение питания или сброс настроек, чтобы предотвратить дальнейшие повреждения.

В высокопроизводительных системах могут быть реализованы многоуровневые системы защиты, включающие в себя не только предохранители и шунты, но и специализированные контроллеры, которые могут анализировать состояние линий питания в реальном времени и принимать соответствующие меры.



Специалисты, занимающиеся ремонтом видеокарт, предупреждают о том, что не могут гарантировать сохранность электронных компонентов, таких как предохранители и шунтирующие резисторы.

Даже при выходе из строя этих элементов они могут продолжать проводить ток или не срабатывать при низком напряжении в цепи +12 вольт.

В случае поломки предохранителя или шунтирующего резистора не следует сразу же включать видеокарту после их замены. Сначала необходимо определить причину неисправности элемента. Обычно предохранители не выходят из строя сами по себе, и, скорее всего, в схеме существует проблема, приводящая к значительному увеличению потребляемого тока.

В качестве временной замены предохранителя при ремонте видеокарты можно использовать тонкую проволоку. Однако для этого необходимо подобрать провод, соответствующий диаметру и току оригинального предохранителя.

Прежде чем использовать металл для изготовления проводов, необходимо провести тщательный анализ его свойств, подвергая его воздействию электрического тока определённой силы, подаваемого из лабораторного источника питания. Это обусловлено тем, что в составе каждого металла могут присутствовать примеси, которые могут влиять на его характеристики.

Напряжение в 3,3 вольта обычно не требует значительного количества энергии, поэтому не требует защиты с помощью предохранителей или шунтов. Однако на качественных видеокартах предусмотрена защита на этой линии.

Проблемы с выходом из строя видеокарт, подключённых через райзеры, часто связаны с проблемами на линии 3,3 вольта.

Большинство современных райзеров способны самостоятельно создавать напряжение 3,3 вольта, преобразуя входное напряжение 12 или 5 вольт (при питании от разъёмов Molex или SATA). При преобразовании напряжения 12 вольт обычно используется двухэтапный процесс.

- сначала 12 вольт понижается до пяти;
- затем +5V понижается до +3.3V.

В процессе производства райзеров иногда используется упрощённая схема преобразования напряжения, в результате чего напряжение +12 вольт преобразуется в +3,3 вольта. Это может привести к пробую преобразователя и подаче на видеокарту напряжения 12 вольт вместо необходимых 3,3 вольт.

Одной из наиболее распространённых причин короткого замыкания является перегрев силовых транзисторов фаз питания или выход из строя конденсаторов, будь то электролитические или керамические. Реже причиной короткого замыкания может стать стгорание понижающего преобразователя, создающего напряжение +5 вольт.

Определить причину короткого замыкания проще всего с помощью лабораторного блока питания и тепловизора. Видеокарта получает питание +3,3 вольта только от разъёма PCI-E. Сопротивление на этом участке должно быть не менее 50 Ом. Если сопротивление значительно меньше, это может указывать на короткое замыкание на видеокарте. Обычно при такой неисправности компьютер не включается, поскольку срабатывает защита от большого тока на блоке питания.

В ситуации, когда сопротивление линий питания, обеспечивающих подачу напряжений +3,3 В и +12 В, находится в допустимых пределах, можно приступить к измерению сопротивлений на вспомогательных линиях.

К ним относятся напряжения 5 В, 1,8 В, VCore, VMem и PEХ, которые формируются видеокартой с использованием линейных регуляторов напряжения или понижающих прямоходовых преобразователей.



Линия GND-5 В должна иметь сопротивление не менее нескольких килоом, линия PEX – 50 Ом и более, линия 1,8 В – более 800 Ом, а линия VMem – 30–60 Ом.

Линия VCore большинства видеокарт имеет очень низкое сопротивление, составляющее доли ома, что может создать впечатление короткого замыкания. Для диагностики можно измерить сопротивление линии питания VCore относительно линии +12 В, а не относительно земли (GND).

Если значения сопротивлений на всех линиях питания соответствуют норме, можно включить видеокарту и измерить напряжение во время её работы.

Для диагностики видеокарты ASUS GeForce GTX 1050 Ti Expedition рекомендуется использовать специализированное оборудование, такое как райзер и лабораторный блок питания с ограничением по току. Это позволит избежать возможных проблем с материнской платой и предоставит более широкие возможности для проведения диагностики.

Измерение напряжения VCore на фазах питания видеокарты осуществляется на плюсовых выводах электролитических конденсаторов, расположенных в правой части платы, или на дросселях фаз питания.

При измерении напряжений на видеокарте необходимо учитывать порядок их появления, известный как Power sequence.

На видеокартах поколения Pascal напряжения обычно появляются в следующем порядке:

+5 вольт; +1,8 вольт;  
VCore; VMem/PEX.

Если отсутствует напряжение +5 вольт, то нет необходимости проверять наличие напряжений +1,8 вольт, VCore и VMem/PEX. Кроме того, если существуют проблемы с напряжениями +5 и +1,8 вольт, то на видеокартах Nvidia тысячной серии не будут функционировать вентиляторы.

При соблюдении нормальных рабочих параметров как основных так и вспомогательных компонентов видеокарты (по-прежнему не функционирует), необходимо провести комплексную диагностику: 1. Тщательная проверка микросхем памяти. 2. Анализ состояния флеш-BIOS: исправность микроконтроллеров и корректной прошивки. 3. Изучение чипа GPU на предмет неисправностей. Кроме этого, стоит обратить внимание на возможные проблемы с контактными соединениями (страпами). Методы диагностики: – Использование специального программного обеспечения MATS для оценки состояния видеопамати. – Наблюдение за поведением дисплея: отсутствие стабильной инициализации после включения ПК, когда сигнал Video Out сначала появляется и затем исчезает. При проблемах с BIOS: – Видеокарта не определяется в программе MATS – В Linux можно проверить наличие видеоустройств командой: `lspci | grep -E "VGA|3D"` – Ремонт может потребовать специализированного оборудования, такого как программатор (например, RT809F), с учетом правильного вольтажа для микросхемы BIOS (1.8 или 3.3 В). Особенности Nvidia GTX 10xx: – Частые проблемы со страпами связаны с повреждением/неправильной настройкой резисторов. Если все вышеуказанные компоненты в норме, но картинка отсутствует, наиболее вероятной причиной является выход из строя чипа GPU.

*Список литературы:*

1. Осипов И.Ф. МЕТОДИКА СУДЕБНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ ВИДЕОКАРТ НА ПРЕДМЕТ МАЙНИНГА (ВИЗУАЛЬНОЕ ПЕРВОНАЧАЛЬНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ) // Интернаука: электрон. научн. журн. 2024. № 25 (342). URL: <https://internauka.org/journal/science/internauka/342>



2. ГОСТ Р 59521-2021. Экспертиза качества технически сложных электробытовых товаров. Общие требования.
3. "Гражданский процессуальный кодекс Российской Федерации" от 14.11.2002 N 138-ФЗ (ред. от 06.04.2024, с изм. от 04.06.2024);
4. ГОСТ 15467-79. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения.

