

УДК 621.385.032.27

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ СТОХАСТИЧНОСТИ КОЛЕБАНИЙ В ГЕНЕРАТОРАХ НА ЛАВИННО-ПРОЛЕТНЫХ ДИОДАХ

П. П. Лошицкий, В. Е. Чайка

На основе математического моделирования на ЭВМ исследуется возможность стохастизации колебаний в различных схемах генераторов на ЛПД. Показана возможность генерации стохастических колебаний в двухконтурной схеме при малой рассстройке контуров и двухдиодной схеме вне области взаимной синхронизации.

1. Введение. Постановка задачи. В последние годы широкий интерес привлекает рассмотрение процессов стохастизации колебаний в различных генераторах. Стохастизация проявляется в том, что детерминированная система начинает генерировать случайные шумовые колебания [1, 2]. Такая генерация шума часто наблюдается, например, в ЛПД и диодах Ганна.

В [3] рассмотрен один из механизмов возникновения стохастичности в ЛПД, основанный на том, что в двухконтурной системе, один из контуров которой настроен на основную частоту, лежащую в пределах области отрицательной проводимости диодов, а второй — на субгармонику основной частоты, лежащую вне этой области, возможно возникновение шумовых колебаний.

Теоретически стохастичность может возникнуть, если на импедансной плоскости линия прибора (т. е. зависимость импеданса активного элемента с обратным знаком, представленная на импедансной плоскости и предполагающаяся в определенной области частот частотно-независимой) касается на каком-то участке линии внешней электродинамической системы, т. е. представленной на той же плоскости зависимости импеданса внешней цепи от частоты. В этом случае частота и амплитуда колебаний в пределах области касания не могут быть определены, и в системе будут генерироваться стохастические колебания. Однако практически в системе с конечным числом степеней свободы полного касания линий прибора и внешней цепи быть не может, поэтому реально поиски стохастических колебаний следует вести в системах, имеющих несколько устойчивых состояний, разделенных невысокими потенциальными барьерами.

В данной работе методами математического моделирования на ЭВМ исследуются некоторые возможные причины возникновения стохастических колебаний в генераторах на основе лавинно-пролетных диодов. Рассматривались три схемы генераторов, представленные на рис. 1: одноконтурная и однодиодная (рис. 1а), двухконтурная однодиодная (рис. 1б) и одноконтурная двухдиодная (рис. 1в). Математическая модель для совместного решения уравнений ЛПД и внешней схемы приведена в Приложении.

Расчеты проводились для погоонных размеров кристалла.

Сопротивление R_1 должно обеспечивать управление ЛПД током и поэтому должно быть достаточно большим. (В наших расчётах

$R_1 = 5,5 \cdot 10^{-3} \text{ Ом}/\text{см}^2$.) Емкость C_1 должна шунтировать сопротивление на высокой частоте и также должна быть большой. Цепочка R_2L_2 в схеме рис. 1а должна обеспечивать подавление релаксационных колебаний и дополнительное снижение потерь, вносимых цепью питания (сопротивление R_1) [4], но поскольку нас интересовало рассмотрение релаксационных колебаний, в наших расчетах она отсутствовала (т. е. $R_2=0$).

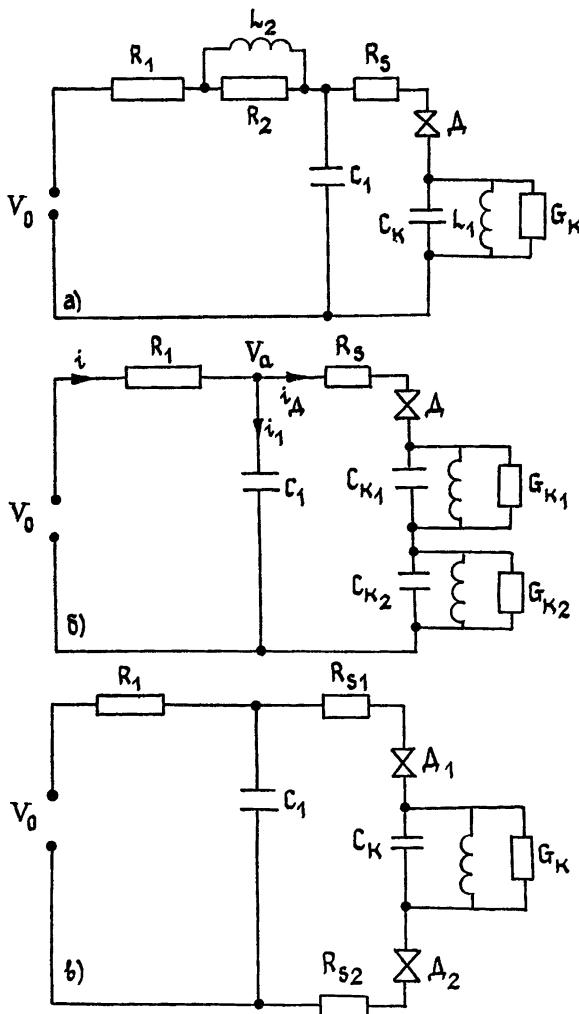


Рис. 1. Схемы генераторов на основе ЛПД.

В качестве активного элемента был выбран двухпролетный $p+ - p - n - n^+$ ЛПД длиной $L=0,8 \text{ мкм}$ с уровнем легирования $N_0 = |N_a - N_d| = 10^{17} \text{ см}^{-3}$, с одинаковой длиной p - и n -областей.

Предполагалось, что диод должен работать вблизи частоты, соответствующей углу пролета $\theta=0,8\pi$. Предварительно были просчитаны импедансные и энергетические характеристики такого диода как на рабочей частоте, так и в диапазоне частот, т. е. определена область отрицательной проводимости. На основании этих расчетов выбиралась проводимость нагрузки рабочего контура так, чтобы амплитуда переменного напряжения на кристалле соответствовала работе диода вблизи максимума КПД (или между максимумом КПД и максимумом отдаваемой мощности) при плотностях тока, также близких

к соответствующих максимуму КПД. В наших расчетах $G_k \approx 100$ ($O\cdot m \cdot cm^2$) $^{-1}$.

Добротность контуров варьировалась в широких пределах от $Q=15$, что минимально для этого диапазона, до $Q=200$, чтобы получить наибольшее представление о возможных режимах работы. Основная часть расчетов (там, где специально не оговорено) проведена при $Q=50$.

2. Результаты расчетов. На рис. 2 представлены результаты расчетов генератора по схеме рис. 1а в виде зависимостей напряжения в нагрузке контура и периода колебаний от времени, нормированного к расчетному периоду собственных колебаний контура (т. е. практически от номера периода) при различных значениях величины блокирующей емкости C_1 . На графиках удален начальный участок выхода на стационарный режим, который приблизительно равен 50—100 периода姆, и представлены результаты расчета на последних 60 периодах при полном интервале счета в 200 периодах.

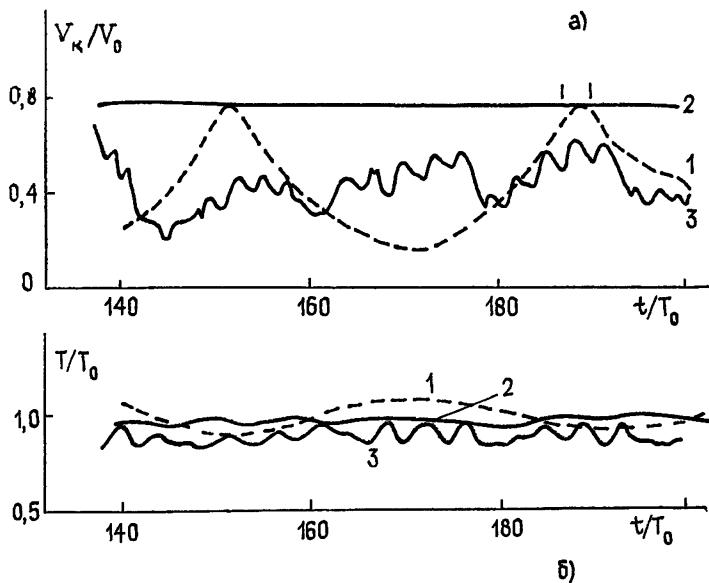


Рис. 2. Зависимость от времени напряжения на контуре и периода колебаний для одноконтурного генератора по схеме рис. 1а при различных значениях щунтирующей емкости:
 $Q_1=50$, 1 — $C_1=1,0 \text{ мкФ}/cm^2$, 2 — $C_1=40 \text{ нФ}/cm^2$, 3 — $C_1=15 \text{ нФ}/cm^2$.

Фактический период колебаний также нормирован к расчетному, а напряжение — к усредненному за период напряжению на диоде в режиме гармонических колебаний.

Как видно из графиков, при больших значениях емкости C_1 в контуре наблюдаются периодически модулированные колебания с большим периодом модуляции, что связано с тем, что при большой емкости C_1 напряжение на диоде медленно нарастает до значений, соответствующих сильной генерации электронно-дырочных пар, после чего напряжение на диоде резко падает до практического исчезновения генерации пар. Таким образом, здесь имеют место чисто релаксационные колебания в RC -цепочке, где роль ключа играет лавинно-пролетный диод. При уменьшении емкости C_1 до значений, лежащих в интервале 20—100 $\text{nФ}/cm^2$, в системе устанавливаются чисто гармонические колебания, а при дальнейшем уменьшении емкости C_1 устанавливается ре-

жим, при котором колебания в контуре, во-первых, модулированы третьей субгармоникой, а во-вторых, имеется еще одна модуляция с большим, не очень четко выраженным периодом. Следует отметить, что такую картину изменения колебаний в генераторах на ЛПД в зависимости от величины шунтирующей емкости наблюдали ряд авторов, в частности [5].

С точки зрения стохастизации автоколебаний интерес представляет режим малых значений C_1 (кривая 3). Возбуждение третьей субгармоники носит параметрический характер, так как расчеты импедансов в режиме заданного напряжения показали, что в отсутствие переменного сигнала основной частоты частота третьей субгармоники лежит за пределами области отрицательной проводимости (частота второй гармоники находится еще в пределах этой области). В то же время при наличии сильных колебаний по основной частоте возможно появление отрицательной проводимости по третьей субгармонике, причем реактивная составляющая сопротивления по третьей субгармонике имеет индуктивный характер и по величине одного порядка с сопротивлением на этой частоте емкости C_1 , что создает возможность резонанса системы на этой частоте.

Поскольку интенсивность субгармоники зависит от амплитуды основной частоты π , наоборот, появление субгармоники влияет на амплитуду основной частоты, в системе начинаются биения, вследствие которых напряжение на диоде может подниматься до значений, соответствующих сильной генерации электронно-дырочных пар, и падать до значений, при которых генерации нет. При этом следует учитывать также релаксационные эффекты, проявляющиеся в том, что при сильной генерации пар поле на диоде резко падает и к следующему периоду колебаний не успевает возрасти настолько, чтобы была интенсивная генерация пар. Сказанное иллюстрирует рис. 3, где приведены временные зависимости напряжения на диоде (рис. 3а — сплошные линии) наведенного тока (рис. 3а — пунктирные линии) и эпюры (рис. 3б, в, г) распределения поля (сплошные линии), электронов (пунктир) и дырок (штрихпунктир) в различные моменты времени в продолжение трех периодов колебаний в контуре. Соответствующий интервал времени обозначен на рис. 3а вертикальными рисками. Напряжение на диоде и ток нормированы к средним за период значениям при работе в гармоническом режиме, поле к максимальному полю в том же режиме, а концентрация электронов и дырок к уровню легирования кристалла. Времена, к которым относятся эпюры, обозначены на рис. 3а звездочками.

Как видно из графиков, на первом периоде напряжение велико, что приводит к интенсивной генерации пар (рис. 3а) и большому наведенному току. Затем напряжение резко падает, на втором периоде оно не велико (рис. 3в) и генерация пар мала. На третьем периоде поле относительно велико, но отсутствие свободных носителей вследствие малой генерации пар во втором периоде приводит к тому, что и на этом периоде генерация пар мала. На последующем периоде опять начинается сильная генерация пар. К сожалению, невозможность расчетов в течение очень продолжительных интервалов времени (счет продолжался более 200 периодов высокой частоты) и наличие некоторой, хоть и не ярко выраженной, периодичности не позволяет утверждать, что в данном случае мы имеем дело с режимом стохастичности, но, тем не менее, этот режим близок к стохастичности. Несмотря на некоторые существенные отличия, рассмотренный режим, очевидно, близок к рассмотренному в [3], так как в этом случае также существенным является параметрическое возбуждение субгармоники, частота которой находится вне области отрицательной проводимости.

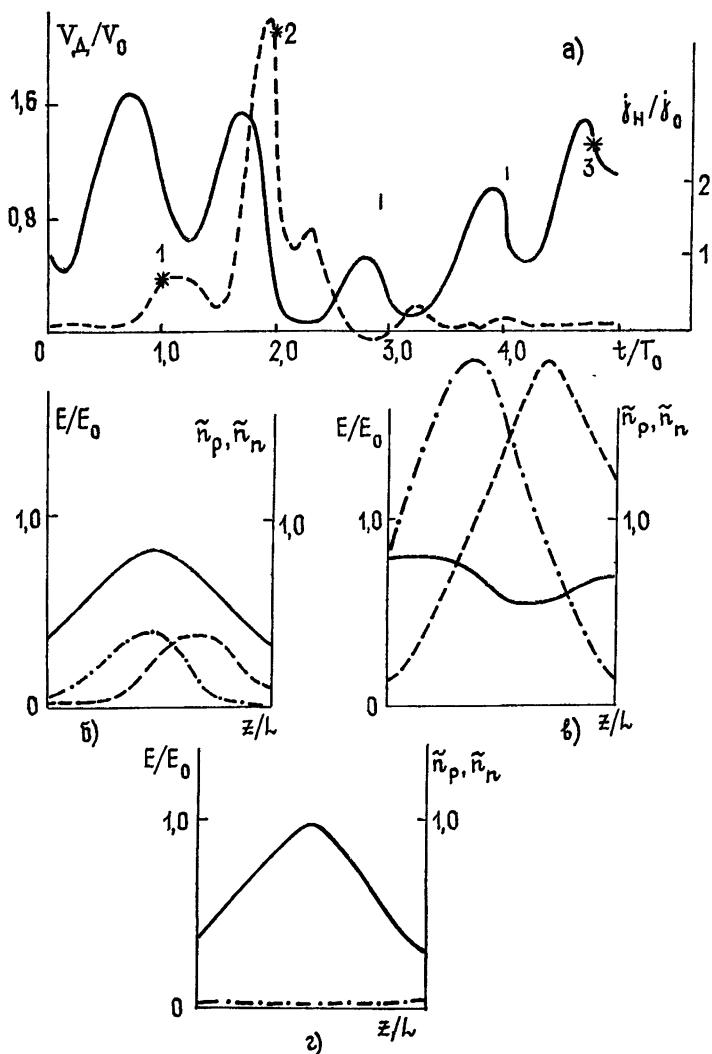


Рис. 3. Зависимость от времени напряжения на диоде (а — сплошные линии) наведенного тока (а — пунктир) и эпюры распределения поля (б — г — сплошные линии) и подвижных зарядов ($\tilde{n}_p = p/N_0$, $\tilde{n}_n = n/N_0$, б — г — пунктир — электроны, штрихпунктир — дырки) для одноконтурного генератора ($C_1 = 15 \text{ nF/cm}^2$).

Результаты расчетов генераторов по схеме рис. 1б представлены на рис. 4, 5. Приближенный анализ этой схемы показывает, что в ней имеются два параллельных резонанса на частотах связи, разделенных последовательным резонансом. Частота параллельных резонансов расположена при неодинаковой расстройке контуров таким образом: одна между собственными частотами отдельных контуров, вторая — ниже частоты более низкочастотного контура. Колебания возможны на частотах связи. При малой добротности контуров максимум реактивной проводимости между резонансами невелик и по порядку величин сравним с реактивной проводимостью активного элемента. Таким образом, в данной схеме имеем устойчивые состояния, разделенные небольшими потенциальными барьерами. Для того чтобы выделить влияние второго контура на возможность образования стохастичности, значение шунтирующей емкости принималось равным $C_1=40 \text{ nF/cm}^2$, что соответствовало случаю, когда в одноконтурной схеме наблюдаются чисто гармонические колебания

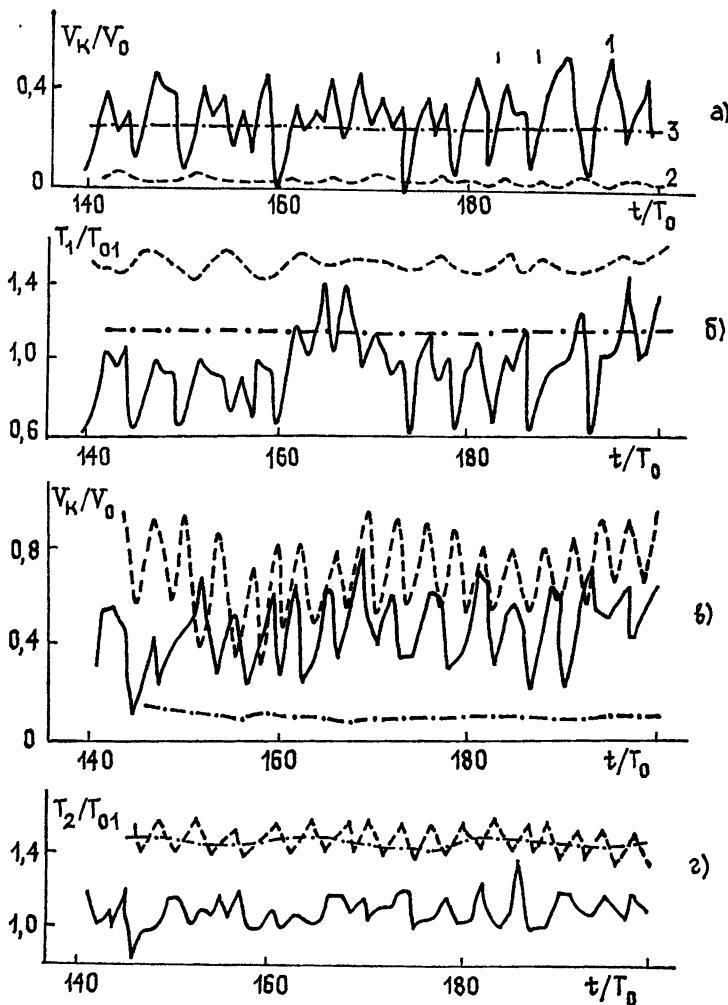


Рис. 4. Зависимость от времени напряжения на контурах (а, в) и периода колебаний (б, г) для двухконтурного генератора $C_1=40 \text{ nF/cm}^2$;

1 — $Q_1 = Q_2 = 50$, $\Delta\omega/\omega = 0,12$ — сплошные; 2 — (пунктир) $Q_1 = 50$, $Q_2 = 15$, $\Delta\omega/\omega = 0,2$; 3 — (штрихпунктир) $Q_1 = Q_2 = 100$, $\Delta\omega/\omega = 0,4$.

На рис. 4 представлены зависимости амплитуды (рис. 4а, в) и периода (рис. 4б, г) колебаний в различных контурах: рис. 4а, б — более высокочастотный, рис. 4в, г — более низкочастотный от времени (номера периода) на последних 60 периодах счета. Кривые 1 соответствуют небольшой расстройке контуров ($\Delta\omega/\omega = 0,12$) при одинаковой нагрузке и одинаковой добротности контуров ($Q_{1,2}=50$). Как видно из графиков, в этом случае имеются значительные, без четкой периодичности, изменения амплитуды и частоты, в особенности в высокочастотном контуре, т. е. режим, близкий к стохастичности. Существенно, что область изменения частоты в обоих контурах частично перекрывается. Амплитуда колебаний во втором (низкочастотном) контуре несколько превышает амплитуду в первом (что связано с тем, что рабочая точка выбрана в высокочастотной части области отрицательной проводимости, где отрицательная проводимость уменьшается с частотой), но сильного подавления колебаний одного контура другим нет.

Пунктирные кривые на рис. 4 соответствуют случаю, когда при несколько большей ($\Delta\omega/\omega=0,2$) расстройке контуров низкочастотный контур имеет меньшую добротность за счет уменьшения запасенной энергии (емкости): $Q_2=15$, $Q_1=100$. В этом случае инкремент нарастания колебаний в низкочастотном контуре существенно выше и амплитуда колебаний в нем существенно превышает амплитуду колебаний в первом контуре. Колебания достаточно строго периодичны и модулированы третьей субгармоникой. Имеется также небольшая модуляция более низкой частотой. Частота колебаний в первом контуре следует за частотой колебаний во втором.

Штрихпунктирными линиями 3 представлены характеристики для большой расстройки контуров ($\Delta\omega/\omega=0,4$) и большой добротности $Q_1=Q_2=100$; в этом случае преобладают колебания в первом контуре, которые имеют практически гармонический характер. Колебания во втором контуре меньше по амплитуде и носят характер периодических биений.

Исследования показали, что в случае одинаковой и невысокой добротности контуров ($Q_1=Q_2=50$), что соответствует сплошным линиям на рис. 4, при увеличении расстройки сначала начинают преобладать колебания в низкочастотном контуре, которые принимают характер периодических биений, а при увеличении расстройки, когда собственная частота второго контура приближается к границе области отрицательной проводимости (в частности, при настройке второго контура на субгармонику первого, $\omega_{01}=2\omega_{02}$) начинают преобладать колебания в первом — при том же периодическом (но с биениями) характере колебаний. В этом случае резкого отличия проводимости нагрузки контуров в системе устанавливаются либо гармонические колебания, либо биения.

При уменьшении добротности первого контура по сравнению со вторым за счет снижения запасенной энергии, аналогично случаю 2 рис. 4, начинают преобладать колебания в первом контуре, но при том же соотношении добротностей, что представлено на рис. 4 (пунктир), наблюдаются почти стохастические колебания. Наибольшая стохастичность наблюдается в случае, если добротность высокочастотного контура несколько превышает добротность низкочастотного. Существенным, однако, является то, что стохастичность наблюдается не при какой-то совершенно строгой настройке контуров, а в относительно широкой области. При этом контуры должны иметь приблизительно равную добротность и малую расстройку, чтобы области изменения частоты колебания в каждом из контуров несколько перекрывались, что соответствует случаям, указанным в [1]. Следует также отметить, что стохастичность наблюдается в диодах с разной степенью перекры-

тия обедненной области даже в том случае, если при гармонических колебаниях обедненная область занимает весь кристалл в течение всего периода колебаний.

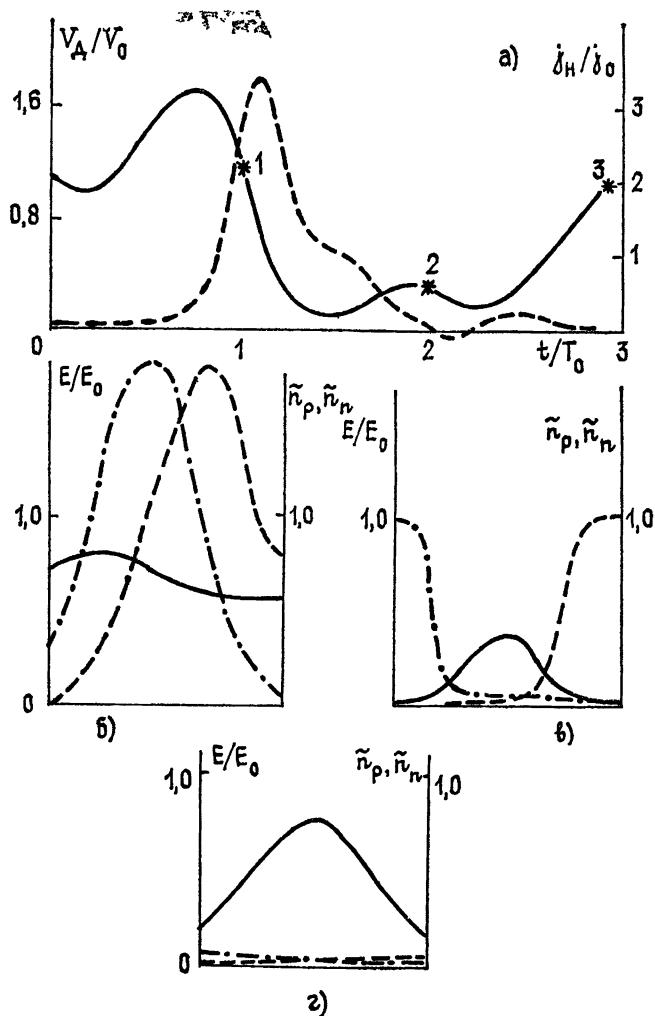


Рис. 5. Зависимость от времени напряжения на диоде (а — сплошные линии) наведенного тока (а — пунктир) и эпюры поля и зарядов (б — г) для случая 1 на рис. 4.

На рис. 5 представлены зависимости напряжения на диоде (сплошные линии) наведенного тока (пунктир, рис. 5а) от времени и эпюры поля и распределения зарядов в различные моменты времени в течение нескольких периодов высокой частоты для случая 1 (сильной стохастичности) рис. 4. Как видно из графиков, здесь также существенное влияние оказывают эффекты запаздывания: после резкого возрастания напряжения и сильной генерации пар (точка 2 рис. 4в) поле резко падает и в течение нескольких периодов высокой частоты генерация пар практически отсутствует. При этом, в отличие от рис. 3, время установления занимает несколько периодов, процессы носят менее периодический характер и стохастичность больше. Важность релаксационных процессов обусловлена сильной нелинейностью процессов генерации электронно-дырочных пар. Относительно небольшие отличия в амплитуде напряжения на диоде приводят к сильно различной генерации

пар, вследствие чего различается время нового выхода на напряжение, достаточное для сильной генерации пар, что в конечном счете и приводит к стохастичности.

Результаты исследований генератора по схеме рис. 1в представлены на рис. 6, 7. В этой схеме в случае, когда диоды идентичны или близки по параметрам, наблюдается режим взаимной синхронизации и в системе устанавливаются гармонические колебания. Этому соответствуют кривая 1 (сплошные линии) на рис. 6, где представлены зависимости амплитуды (рис. 6а) и периода колебаний (рис. 6б) от времени для случая двух совершенно идентичных диодов. В случае достаточно сильно различающихся диодов в схеме может наблюдаться как режим биения, так и режим стохастизации. На рис. 6 кривые 2 соответствующим диодам, отличающимся по длине на 20%, при прежнем уровне легиро-зования (при условии, что в отсутствие высокочастотных колебаний зона заседнения занимает всю длину кристалла). В этом случае нельзя утверждать, что генерация пар в более длинном диоде стимулирована ВЧ-колебаниями в более коротком, так как на более длинном диоде падает большая часть напряжения, и с точки зрения возможности получения отрицательной проводимости оба диода находятся приблизительно в равных условиях. Тем не менее из-за сильной нелинейности процессов генерации пар условия генерации отличны для обоих диодов. В системе сначала устанавливается биение, а затем режим стохастизации. Кривые 3 соответствуют тому же случаю, что и 2, но напряжение V_{00} теперь несколько больше. В этом случае также имеем режим стохастичности.

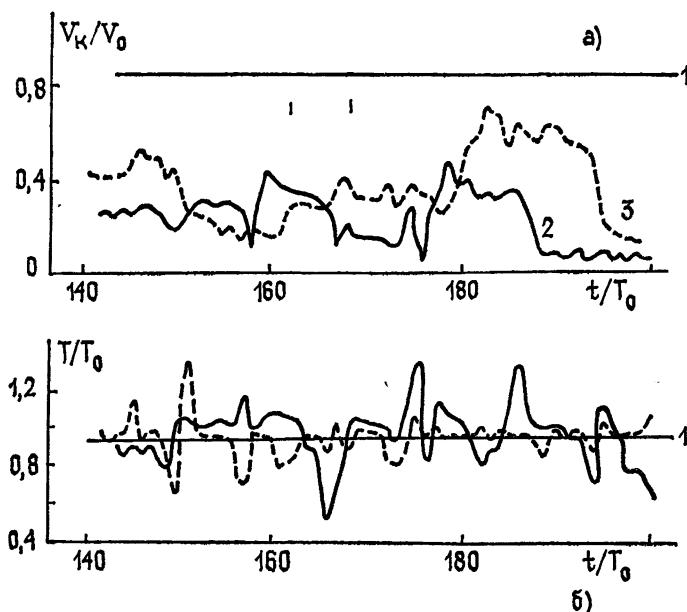


Рис. 6. Зависимость от времени напряжения на контуре (а) и периода колебаний (б) для двухконтурного генератора;
1 — $L_2=L_1$, 2 — $L_2=1,2L_1$, 3 — $L_2=1,2L_1$ и больший ток диодов.

На рис. 7 представлены зависимости напряжения и наведенного тока от времени для обоих диодов в течение нескольких периодов высокой частоты. Как видно из графиков, в этом случае напряжение на диодах изменяется несинхронно, имеются резкие падения напряжения и продолжительный выход на новые значения напряжения, допускающего генерацию пар. В определенные моменты времени, в частности в ин-

тёрвале t/T_0 3—4, после сильной генерации пар в первом диоде наблюдается режим захвата электронно-дырокой плазмы на продолжительном временном интервале. Напряжение на диоде становится очень малым, и последующий выход на напряжение, достаточное для генерации пар, растягивается на несколько периодов. Все это и приводит к стохастичности колебаний.

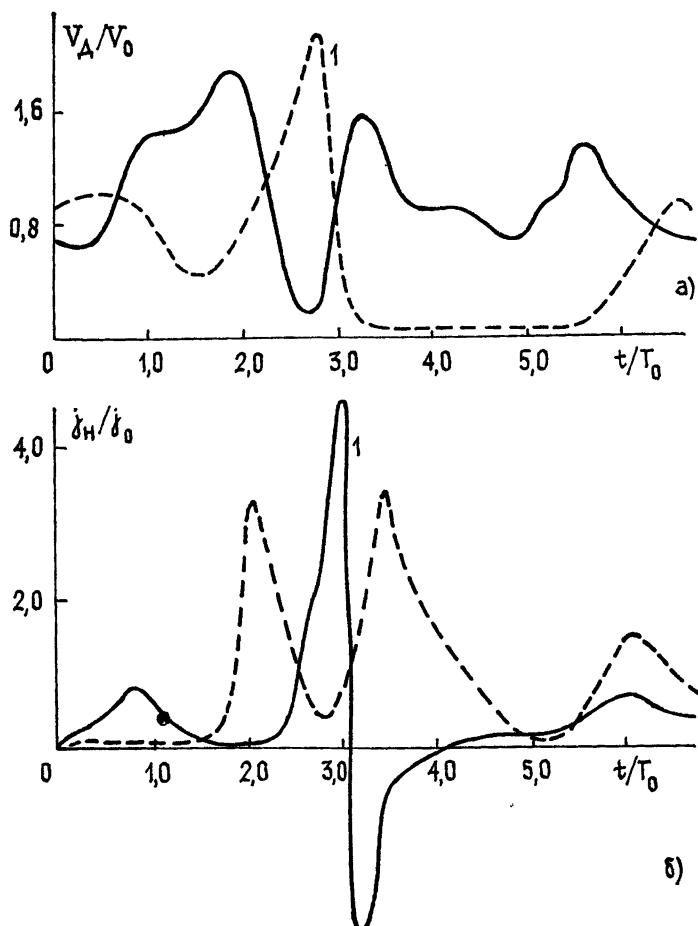


Рис. 7. Зависимость от времени напряжения на диодах (а) и паведенного тока (б) в двухдиодном генераторе $L_2=1,2L_1$.

Экспериментальная проверка полученных расчетных соотношений проводилась на специально разработанной двухконтурной высокочастотной цепи с включением одного ЛПД, что позволяло регулировать настройку контуров и независимо менять добротность каждого из них. Настройка высокочастотной цепи контролировалась с помощью панорамного измерителя КСВН и ослаблений, а спектр генерируемого сигнала — по анализатору спектра и измерительному приемнику.

Настройка контуров на максимальную добротность ($Q=160$) и одинаковую резонансную частоту позволяет получить гармонические колебания фиксированной частоты. Изменения резонансной частоты одного из контуров приводят к появлению модуляционной составляющей в основном сигнале, а при расстройке высокочастотных контуров на величину, превышающую $\Delta\omega/\omega=0,07$, реализуется режим двухчастотной генерации гармонических сигналов.

Уменьшение добротности одного из контуров ($Q=60$) и увеличение расстройки с высокодобротным контуром позволяет получить модулированный сигнал, величину модуляции которого можно регулировать. При уменьшении добротности обоих контуров и увеличении их взаимной расстройки спектр превращается в многочастотный, группирующийся вокруг основных частот, близких к резонансным частотам контуров. Дальнейшая расстройка ($\Delta\omega/\omega > 0,1$) или уменьшение добротности переводит спектр в шумовой.

Интегральная мощность шумового сигнала составляет 60—40% от максимальной мощности гармонического сигнала.

Таким образом, наиболее четко стохастичность колебаний в генераторах на ЛПД проявляется в двухконтурной схеме при малой расстройке низкодобротных контуров, имеющих приблизительно равные значения добротности, волнового сопротивления и сопротивления нагрузки, и в двухдиодной схеме в области срыва взаимного синхронизма. Механизм стохастизации заключается в появлении биений, стимулирующих релаксационные процессы, которые из-за сильной нелинейности процессов генерации пар очень чувствительны к небольшим отклонениям максимальных значений напряжения на диоде в процессе биений, что и приводит к шумовым колебаниям.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Основные уравнения, описывающие ЛПД, имеют вид

$$\frac{\partial \pi}{\partial \tau} = \frac{\partial j_1}{\partial z} + g_f; \quad (\text{П.1})$$

$$\frac{\partial v}{\partial \tau} = -\frac{\partial j_2}{\partial z} + g_f; \quad (\text{П.2})$$

$$\varepsilon \frac{\partial V_d}{\partial \tau} = i_d L - e \int_0^L (j_1 + j_2) dz; \quad (\text{П.3})$$

$$\frac{\partial E}{\partial z} = (e/\varepsilon) (v - v_0 - \pi + \pi_0), \quad (\text{П.4})$$

где π, v — плотность подвижных зарядов дырок и электронов, π_0, v_0 — плотность акцепторов и доноров, E — напряженность электрического поля, V_d — напряжение на активном слое кристалла, D_1, D_2 — коэффициенты диффузии дырок и электронов, j_1, j_2 — плотность потоков дырок и электронов,

$$j_1 = \mu u_1 + D_1 \frac{\partial \pi}{\partial z}; \quad (\text{П.5})$$

$$j_2 = \nu u_2 - D_2 \frac{\partial v}{\partial z}, \quad (\text{П.6})$$

$u_{1,2}$ — скорость дырок и электронов,

$$u_{1,2} = \mu_{1,2} E / [1 + (\mu_{1,2} E / v_{n1,2})^2]^{1/2}; \quad (\text{П.7})$$

g_f — скорость генерации электронно-дырочных пар,

$$g_f = A_1 e^{c_1/E} \pi u_1 + A_2 e^{c_2/E} \nu u_2. \quad (\text{П.8})$$

Плотность полного тока через диод определяется из решения уравнений (П.1) — (П.4) и уравнений внешней схемы, которые для схемы рис. 1б имеют вид

$$i_d = (V_a - i_{k1} R_{k1} - i_{k2} R_{k2} - V_d) / R_s; \quad (\text{П.9})$$

$$\frac{d^2 i_{k1,2}}{d\tau^2} + \frac{1}{R_{k1,2} C_{k1,2}} \frac{di_{k1,2}}{d\tau} + \frac{1}{L_{k1,2} C_{k1,2}} i_{k1,2} = \frac{1}{R_{k1,2} C_{k1,2}} \frac{di_x}{d\tau}; \quad (\text{П.10})$$

$$\frac{dV_a}{d\tau} = \frac{i_1}{C_1} = -\frac{V_0 - V_a}{R_1 C_1} - \frac{i_n}{C_1}. \quad (\text{П.11})$$

Границные условия имеют вид

$$\int_0^L Edz = V_d, \quad j_2|_{z=0} = j_1|_{z=L} = 0, \quad \left. \frac{\partial \pi}{\partial z} \right|_{z=0} = \left. \frac{\partial \psi}{\partial z} \right|_{z=L} = 0. \quad (\text{П.12})$$

Запись исходных уравнений предполагает положительный знак заряда электрона, что принято при исследовании ЛПД и диодов Ганна. При решении уравнений производные по пространственной координате заменялись разностными соотношениями и полученная система уравнений в полных производных решалась на ЭВМ методом Рунге—Кутта. В расчетах принимались следующие параметры: скорость насыщения дырок $v_{n2} = 0,72 \cdot 10^7 \text{ см}/\text{с}$, скорость насыщения электронов $v_{n1} = 0,9 \cdot 10^7 \text{ см}/\text{с}$, коэффициенты диффузии электронов и дырок $D_{1,2} = 15 \text{ см}^2/\text{с}$. Коэффициенты ударной ионизации электронов и дырок выбраны согласно [6], последовательное омическое сопротивление контакта $R_s = 1 \cdot 10^{-5} \Omega \cdot \text{см}^2$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Заславский Г. М., Чириков Б. В. — УФН, 1971, 105, вып. 1, с. 3.
2. Рабинович М. И. — УФН, 1978, 125, вып. 1, с. 123.
3. Новиков А. А., Синицын В. В., Тагер А. С. — Изв. вузов — Радиофизика, 1979, 22, № 3, с. 380.
4. Brackett C. A. — Bell Syst. Techn. J., 1973, 52, № 3, p. 271.
5. Brazil T. J., Scanlan S. O. — IEEE Trans., 1981, MTT-29, № 1, p. 26.
6. Grant W. N. — Sol. Stat. Electr., 1973, 16, № 10, p. 1189.

Поступила в редакцию
11 апреля 1984 г.

ON THE MECHANISM OF APPEARANCE OF STOCHASTICITY IN IMPATT's-DIODES OSCILLATORS

P. P. Loshitskij, V. E. Chajka

Stochastic oscillation possibility in different circuits of IMPATT's-diode oscillators were investigated with computer simulation. The feasibility of stochastic oscillation for double circuit with self-oscillating different frequencies and two-diodes circuit being in out of synchronization region was shown.