**Академия инженерных наук России им. А.М. Прохорова**
**Оптическое общество России им. Д.С. Рождественского**
**Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого**
**Балтийский государственный технический университет**
**Государственный морской университет имени адмирала Ф.Ф. Ушакова**
**Кубанский государственный технологический университет**
**Новороссийский политехническийинститут**
**Научно-исследовательский центр «Репер»**
**Фонд содействия развитию малых форм предприятий**
**в научно-технической сфере**

***100–летию КубГТУ и***
***80-летию НПИ КубГТУ***
***посвящается***

# ЛАЗЕРНО-ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНЕ, БИОЛОГИИ, ГЕОЭКОЛОГИИ И НА ТРАНСПОРТЕ - 2018

Труды XXVI Международной Конференции
г. Новороссийск, Краснодарский край

10 - 15 сентября 2018 г.

Под редакцией профессора В.Е. Привалова

Новороссийск
2018

математического моделирования и используемым аналитическим выражениям. Согласованность теоретического и статистического распределения проверена с использованием критерия согласия, «критерия $\chi^2$» Пирсона.


1. Серебряков В.А. и др. Медицинское применение лазеров среднего инфракрасного диапазона. Проблемы и перспективы. // Оптический журнал. 2010. Т.77. №1.
2. Nishimura N., Schaffer C.B., Kleinfeld D. In vivo manipulation of biological system with femtosecond laser pulses. // Proc. SPIE, High Power Laser Ablation VI. 2006.
3. Usoltseva A.V. The laser engraving in decorative processing of organic glass. Instrumentation engineering, electronics and telecommunications – 2015: Paper book of the I International Forum IEET-2015 held within the framework of the XI International Scientific-Technical Conference “Instrumentation Engineering in the XXI Century. Integration of Science, Education and Production” (November, 25–27, 2015, Izhevsk, Russia). – Izhevsk: Publishing House of Kalashnikov ISTU, 2016. – 190-194 p.


## ЭФФЕКТИВНОСТЬ НАКАЧКИ ЛАЗЕРОВ НА ПАРАХ МЕТАЛЛОВ


*Х.А. Баалбаки, И.Э. Размахнин, А.Н. Солдатов, Н.А. Юдин, Н.Н. Юдин*
*(Томск)*


Основной причиной ограничения энергетических характеристик лазеров на самоограниченных переходах атомов металлов (ЛСПМ) является высокая скорость девозбуждения верхних лазерных уровней ступенчатыми процессами в ионизацию [1-3], которые ограничивают населенность резонансных уровней [4] и, соответственно, энергосъем [2]. Величина инверсной населенности в этих условиях полностью определяется процессами заселения нижних лазерных уровней на фронте импульса возбуждения и их релаксацией в межимпульсный период, а увеличение средней мощности генерации возможно только за счет повышения частоты следования импульсов (ЧСИ) генерации. Увеличение энергии импульса генерации в этих условиях должно быть однозначно связано с ростом объема активной среды, а увеличение эффективности накачки возможно только за счет снижения энергозатрат на формирование инверсии в активной среде. При этом оптимальным условием для увеличения эффективности накачки является снижение энергозатрат за счет уменьшения емкости накопительного конденсатора.

В докладе представлены результаты анализа электрофизических процессов в разрядном контуре ЛСПМ с газоразрядной трубкой (ГРТ), у которой электроды расположены в холодных буферных зонах. Показано, что можно реализовать эффективную генерацию при условии наличия пробоя в холодных буферных зонах ГРТ с параметрами накачки, при которых ток через коммутатор упадет до нуля после зарядки емкостных составляющих от накопительного конденсатора. В этих условиях накачка активной среды определяется энерговкладом от обостряющей емкости и, соответственно, можно на порядок повысить эффективность накачки, если “отсечь” энерговклад от накопительного конденсатора в активную среду после зарядки емкостных составляющих, используя управляемый коммутатор. Проведенные экспериментальные исследования раскрывают механизм формирования “отсечки” энерговклада в активную среду ЛСПМ после импульса генерации [5] и демонстрируют возможность реализации в этом режиме прогнозируемой эффективности накачки. Тем

не менее, при всей привлекательности анализируемого способа накачки, очевидны границы его применимости для реализации прогнозируемыхэнергетических характеристик ЛСПМ, которые определяются условием пробоя в холодных буферных зонах ГРТ. Это обуславливает необходимость детального исследования механизма формирования пробоя в активной среде ЛСПМ.


1. Елецкий А.В., Земцов Ю.К., Родин А.В., Старостин А.И. // Доклады АН СССР.– 1975. Т. 220.– №2.– С. 318-321.
2. Пиотровский Ю.А., Реутова Н.М., Толмачев Ю.А. // Оптика и спектроскопия.– 1984.– Т. 7. –Вып. 1.– С. 99–104.
3. Юдин Н.А., Климкин В.М., Прокопьев В.Е., Калайда В.Т. // Известия вузов. Физика.– 1999.– №9.– С.128–132.
4. Исаев А.А., Михкельсоо В.Т., Петраш Г.Г., Пеэт В.Э., Пономарев И.В., Трещалов А.Б. // Квантовая электроника.– 1988.– Т.15(12).– С. 2510-2513.
5. Солдатов А.Н., Федоров В.Ф., Юдин Н.А. // Квантовая электроника. 1994. Т. 21(8). С. 733-734


## ПРОБОЙ В АКТИВНЫХ СРЕДАХ С ВЫСОКОЙ ПРОВОДИМОСТЬЮ ПЛАЗМЫ


*Н.А. Юдин, Н.Н. Юдин*

*(Томск)*


Активная среда лазеров на самоограниченных переходах атомов металлов (ЛСПМ) характеризуется высокой предымпульсной проводимостью плазмы. Поэтому полагалось, что развитие разряда в таких средах осуществляется без стадии пробоя, а эквивалентная схема разрядного контура лазера представляет собой простой колебательный контур [1]. Впервые о наличие пробоя в активной среде лазера на парах меди указано в работе [2]. В [3] показано, что наблюдаемый пробой должен происходить в холодных буферных зонах газоразрядной трубки (ГРТ), где отсутствуют пары металла и нейтрализация зарядов в межимпульсный период определяется процессом диссоциативной рекомбинации. Проведенные исследования электрофизических процессов в разрядном контуре ЛСПМ подтверждают наличие пробоя в холодных буферных зонах ГРТ, а эквивалентная схема разрядного контура лазера [4] существенно отличается от типично используемой для анализа электрофизических процессов. Пробой наблюдается в широком диапазоне частоты следования импульсов возбуждения независимо от используемого буферного газа. Это указывает на малую вероятность полной рекомбинации плазмы в холодных буферных зонах за счет диссоциативной рекомбинации, поскольку в гелии наблюдается аномально низкая скорость диссоциативной рекомбинации.

В докладе рассматривается возможный механизм развития пробоя в холодных буферных зонах ГРТ. Показано, что пробой обусловлен резким изменением проводимости плазмы в холодных буферных зонах ГРТ и связан с процессом прогрева катодного пятна на электроде и контракцией разряда в холодных буферных зонах ГРТ. На начальной стадии разрядки накопительного конденсатора (на подготовительном этапе накачки [5]) возникает аномальный тлеющий разряд с высоким катодным падением потенциала. Происходит разогрев катодного пятна за счет ион-атомной бомбардировки до температуры ~ 2000К,