

УДК 621.373.826

РАЗРАБОТКА ФЕМТОСЕКУНДНОГО ЛАЗЕРА, ИЗЛУЧАЮЩЕГО В ОБЛАСТИ ДЛИН ВОЛН ОКОЛО 1 МКМ С ДЛИТЕЛЬНОСТЬЮ ИМПУЛЬСА МЕНЕЕ 100 ФСРуденков А.С., Кисель В.Э., Демеш М.П., Гусакова Н. В., Ивашко А.М.,
Ясюкевич А.С., Кулешов Н.В.Центр оптических материалов и технологий, Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Режим синхронизации мод позволяет получать импульсы лазерного излучения предельно малой длительности и, соответственно, высокой пиковой мощности.

В данной статье представлены результаты разработки фемтосекундного $\text{Yb}^{3+}:\text{KY}(\text{WO}_4)_2$ работающего лазера в режиме пассивной синхронизации мод с длительностью импульса менее 100 фс.

Экспериментальная установка.

Схема экспериментального $\text{Yb}^{3+}:\text{KYW}$ лазера с диодной накачкой представлена на рисунке 1.

Рисунок 1 – Схема фемтосекундного $\text{Yb}:\text{KYW}$ лазера с диодной накачкой

В качестве активной среды был использован кристалл калий-иттриевого вольфрамата, легированный ионами трехвалентного иттербия $\text{Yb}^{3+}(5\text{at.}\%):\text{KY}(\text{WO}_4)_2$, толщиной 2 мм, установленный под углом Брюстера.

Активный элемент был помещен в резонатор, состоящий из плоского зеркала (M1), двух вогнутых зеркал (M2, M3), двух плоских чирпирующих зеркал (M4, M5) и плоского выходного зеркала (M6).

Накачка лазера осуществлялась лазерным диодом с волоконным выводом излучения, мощностью 12 Вт. Центральная длина волны излучения накачки 976 нм. Диаметр волокна 105 мкм, числовая апертура $\text{NA} = 0.22$.

Охлаждение активного элемента производилось термоэлектрическим контроллером с элементами Пельтье, с последующим воздушным охлаждением. Температура активной среды поддерживалась на уровне 20 °С.

Характеристики пассивного затвора

В ходе эксперимента исследовался режим пассивной синхронизации мод при помощи пассивного затвора (SESAM).

На рисунке 2 представлена спектральная зависимость коэффициента отражения затвора.

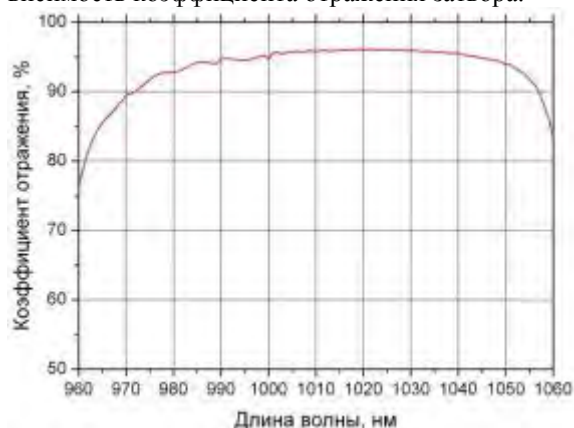


Рисунок 2 – Спектр отражения пассивного затвора

Из приведенного спектра отражения видно, что исследуемый пассивный затвор имеет высокий (около 95 %) коэффициент отражения в диапазоне около 980 нм – 1050 нм.

На рисунке 3 показана кривая релаксации использованного пассивного затвора.

Используемый пассивный затвор имеет глубину модуляции не более 4%, быструю компоненту релаксации τ_1 около 1,2 пс, медленную компоненту релаксации τ_2 около 3,2 пс.

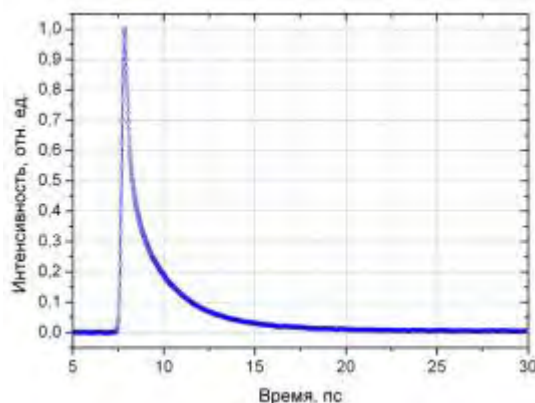


Рисунок 3 – Кинетика релаксации пассивного затвора

Описание полученных результатов

В ходе эксперимента был получен режим пассивной синхронизации мод с использованием выходных зеркал с различными коэффициентами пропускания в диапазоне от 3,5 % до 17 %. На рисунке 4 показана зависимость средней выход-

ной мощности лазера, работающего в режиме синхронизации мод, от мощности накачки для различных коэффициентов пропускания выходного зеркала.

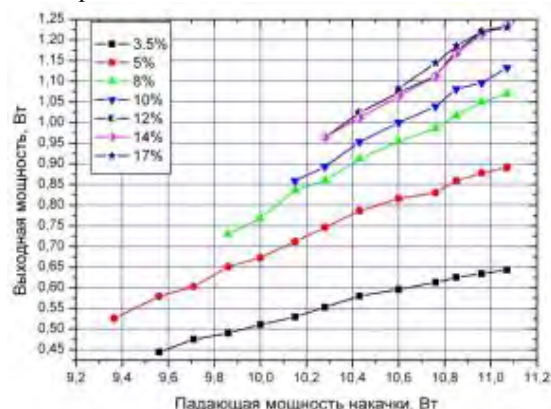


Рисунок 4 – Зависимости выходной мощности лазера от мощности накачки для различных выходных зеркал

Как видно из рисунка 4 максимальная средняя выходная мощность лазера в режиме пассивной синхронизации мод наблюдалась при использовании выходного зеркала с коэффициентом пропускания 17 %. Следует отметить, что лазер с выходным зеркалом 3,5 % имел низкий порог синхронизации мод на уровне 9,5 Вт, но максимальная мощность составила 0,65 Вт.

На рисунке 5 показаны зависимости спектральной полуширины импульса от мощности накачки.

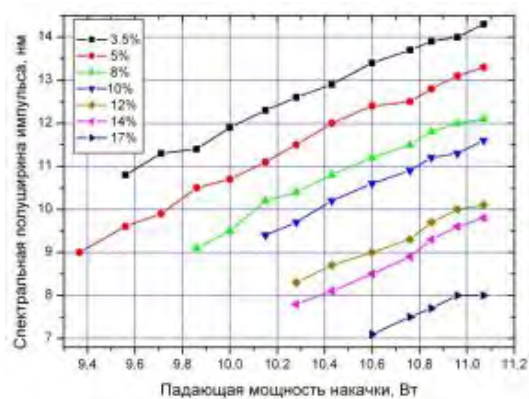


Рисунок 5 – Зависимости спектральной полуширины импульса от мощности накачки

Как видно из рисунка 5 наибольшая спектральная полуширина импульса наблюдалась для лазера с выходным зеркалом 3,5 %. На рисунке 6 показан спектр импульса для лазера с выходным зеркалом 3,5 %. Спектральная полуширина со-

ставила 14,1 нм, центральная длина волны 1039,6 нм.

Наилучший результат был получен в эксперименте с выходным зеркалом 3,5%. Длительность импульса соответствующая полученной спектральной полуширине составила 90 фс, на рисунке 7 показана автокорреляционная функция лазерного импульса.

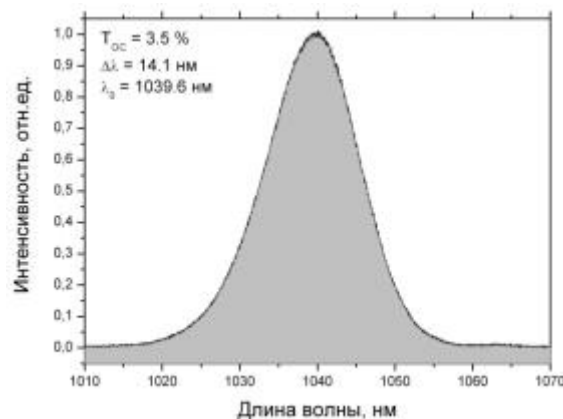


Рисунок 6 – Спектр лазерного импульса

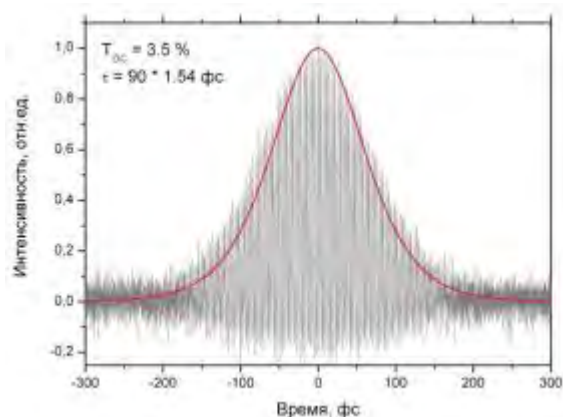


Рисунок 7 – Автокорреляционная функция лазерного импульса

Анализируя полученные данные можно сделать заключение о том, что увеличение пропускания выходного зеркала приводит к увеличению выходной мощности фемтосекундного лазера, но уменьшает спектральную полуширину импульса, что в свою очередь приводит к увеличению длительности последнего.

В дальнейшем планируется оптимизировать параметры лазера для получения более высокой средней мощности излучения и более короткой длительности фемтосекундных импульсов.