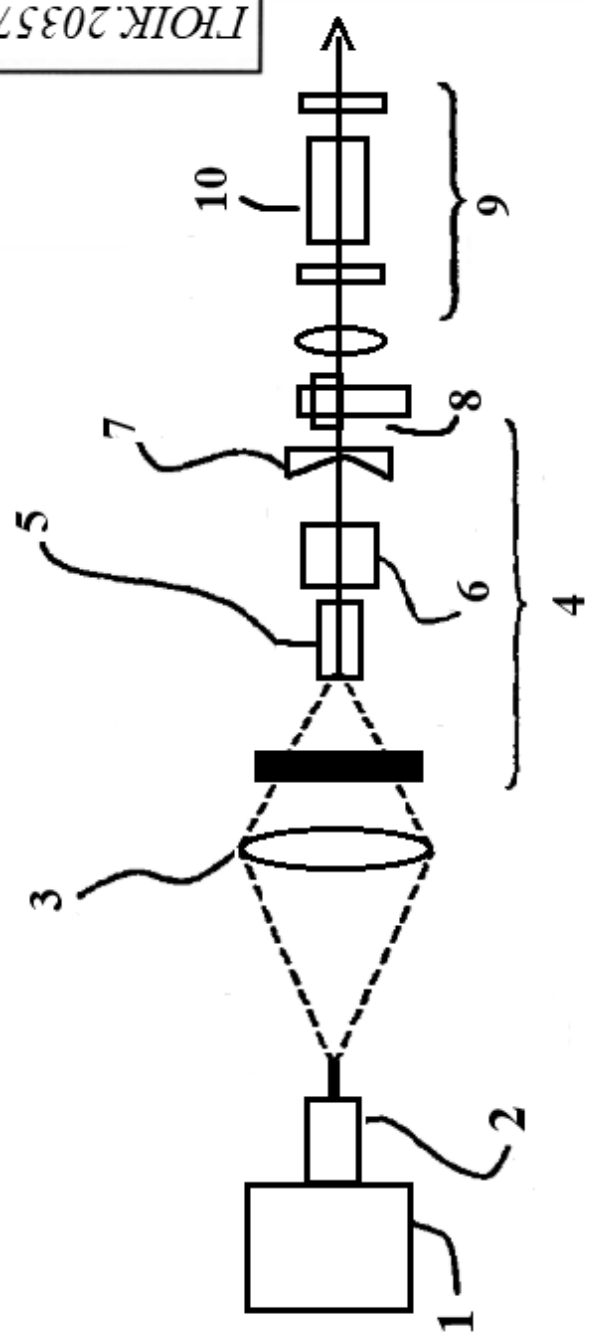


ДОДАТОК А

Графічний матеріал

ГЮОК.203578.100 Л1

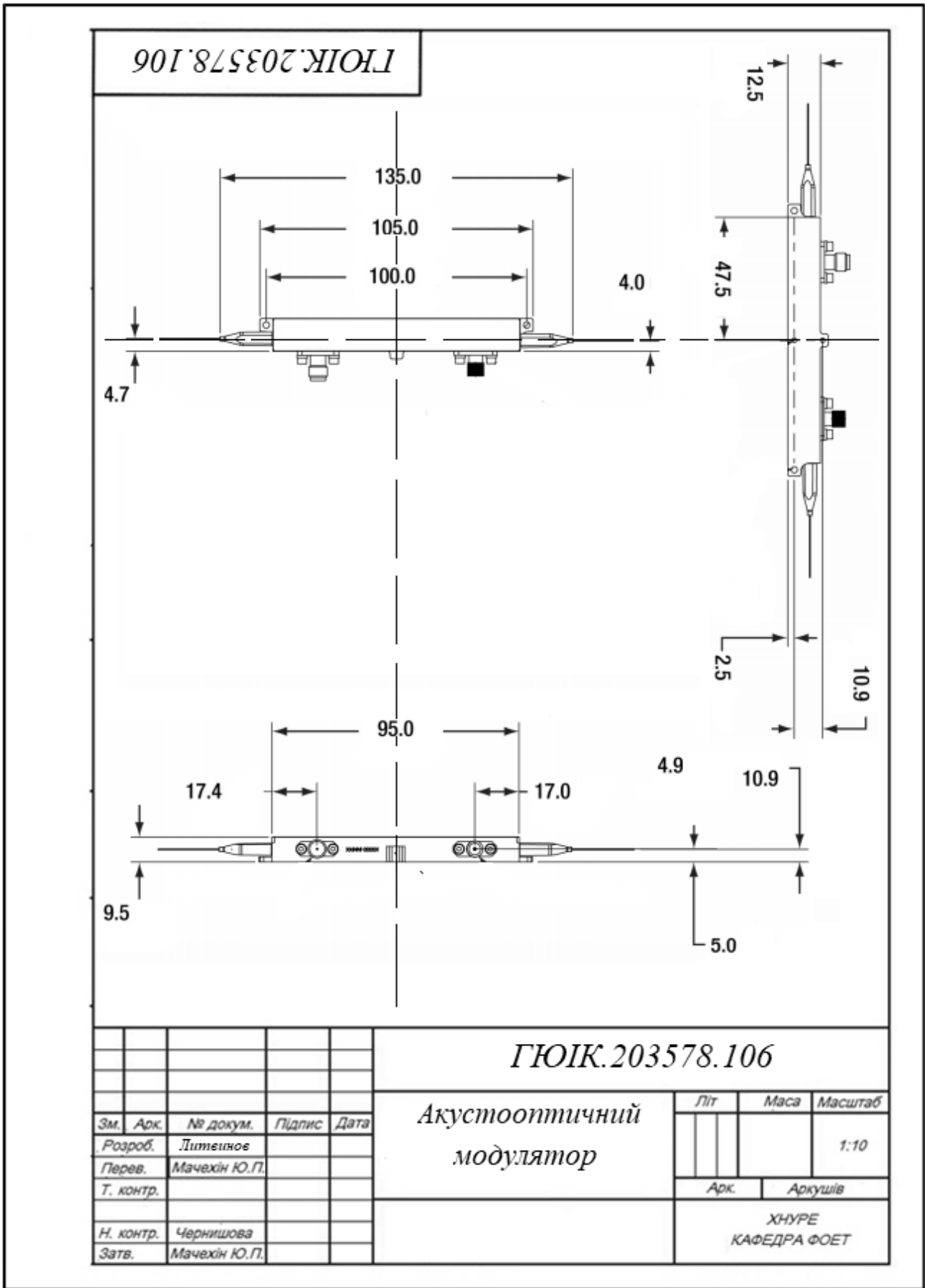


ГЮОК.203578.100 Л1

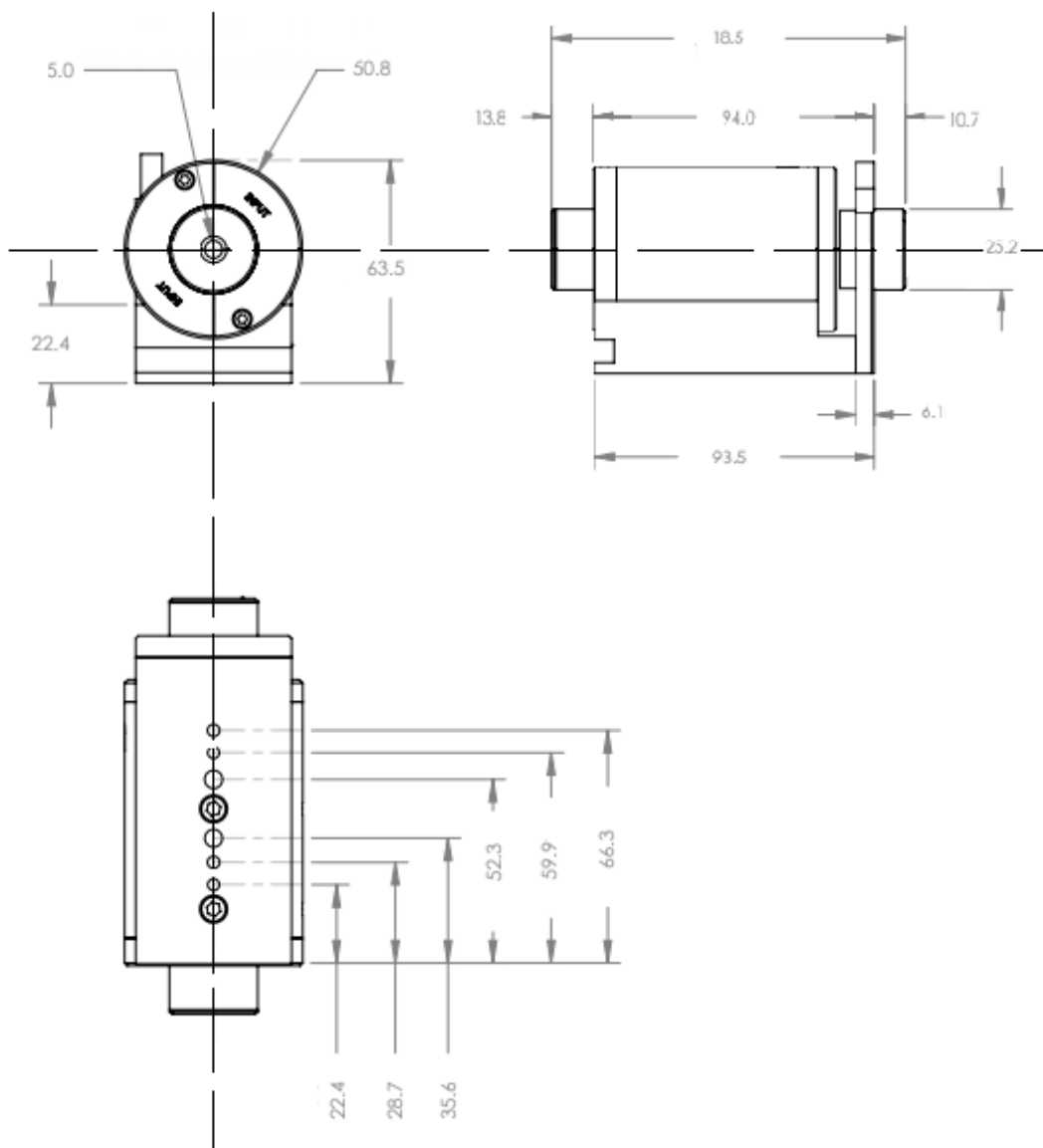
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Литвинюк		
Перев.		Мачехін Ю.П.		
Т. контр.				
Н. контр.		Чернишова		
Затв.		Мачехін Ю.П.		

Схема оптична структурна
Установка
експериментальна

Літ	Маса	Масштаб
		1:10
Арк.	Аркушів	
ХНУРЕ КАФЕДРА ФОЕТ		



ГЮІК.203578.108



ГЮІК.203578.108

Ізолятор

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Литвинюв		
Перев.		Мачехін Ю.П.		
Т. контр.				
Н. контр.		Чернишова		
Затв.		Мачехін Ю.П.		

Літ	Маса	Масштаб
		1:10
Арк.		Аркушів
ХНУРЕ КАФЕДРА ФОЕТ		

ДОДАТОК Б

Демонстраційний матеріал

Харківський національний університет радіоелектроніки
Кафедра фізичних основ електронної техніки

АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА

Тулівий лазер

Рівень вищої освіти – другий(магістерський)
Спеціальність 152 – Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка
Освітня програма – «Фотоніка та оптоінформатика»

Розробив:
студент гр. ФТОІм-19-1
Литвинов А.С.

Керівник:
професор каф. ФОЕТ
д. ф.-м. н. Ю.П. Мачехін

Харків
2020

Мета роботи:

- Дослідження фізичних процесів в тулієвому лазері, їх особливості і основні характеристики

Завдання:

- Розглянути Тулієвий лазер у порівнянні з Гольмій: YAG-лазером
- Проаналізувати принципи накачування волоконного тулієвого лазера
- Дослідити характеристики тулієвого лазера та його габаритні данні

Продовження додатку Б

Гольмій і Тулій

Гольмій і Тулій — два різних хімічних елемента з 67 і 69 протонами в ядрі відповідно. Це тривалентні іони, які використовують в промислових цілях, таких як лазери. Вони мають унікальний набір довжин хвиль випромінювання, особливо в ближньому інфрачервоному діапазоні.

Гольмій: YAG лазер - це лазер в якому діапазон тривалість імпульсу дозволяє продуктивно впливати, як на тверді структури, так і на м'які тканини організму.

Тулівий лазер - це унікальний лазер високої потужності, призначений для широкого спектру хірургічних операцій.

І хоча тулієвий лазер має ті ж характеристики поглинання в воді і м'яких тканин що і гольмієвий лазер, він **краще працює в м'яких тканинах** завдяки безперервно генеруємого лазерного пучка.

3

Характеристики двох лазерів: Гольмій: YAG-лазер і тулієвий волоконний лазер

Параметр	Гольмій: YAG-лазер (Lumenis Pulse 120H)	Тулівий волоконний лазер (IPG Медичний, суперімпульсний)
Довжина хвилі, нм	2120	1940
Діапазон енергії імпульсу, Дж	0,2—6,0	0,025—6,0
Діапазон тривалості імпульсу, мс	0,05—1	0,05—12
Форма імпульсу	диктується імпульсом накачування	електронно-модульований
Максимальна частота імпульсів, Гц	120	2000
Максимальна середня потужність, В	120	60
Найнижчий проксимальний діаметр сердцевини лазерного волокна, мкм	≥ 200	≥ 150
Система охолодження	генератори малої потужності: автономна система охолодження води з вентилятором	вентилятор
Стойкість до зовнішніх ударів	низький	високий

Таблиця 1

4

Продовження додатку Б

Використання тулієвого лазера

- У косметології тулієвий лазер використовують для більш дбайливого обробки шкірного покриву і боротьби з пігментацією всього за 1—2 процедури. Його спільне використання з ербієвим лазером дозволяє досягти приголомшливих результатів при проведенні фракційного омолодження.
- В урології за допомогою даної технології можливе проведення вапоризації аденоми, енуклеація та інших маніпуляцій для лікування передміхурової залози.



Рисунок 1

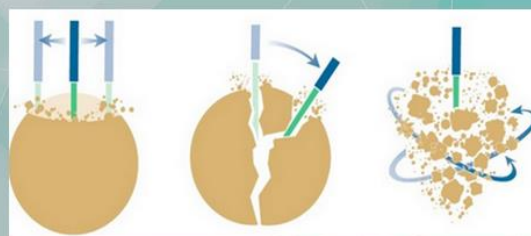


Рисунок 2

5

Тулієвий волоконний лазер

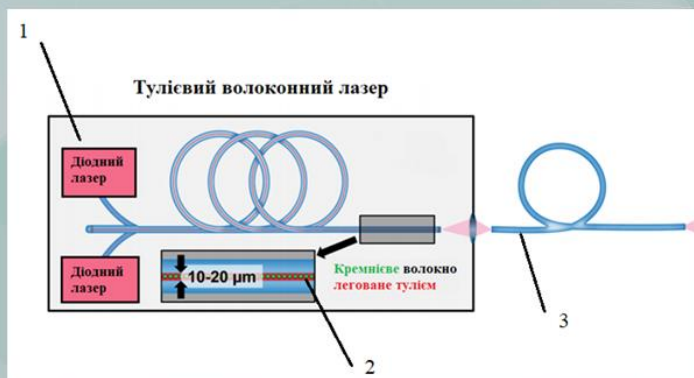


Рисунок 3

- 1 - Лазерна накачка досягається електронно-модулюючими діодними лазерами.
- 2 - Легований тулієм діаметр серцевини 10—20 мкм, довжина кварцового волокна 10—30 м, використовується як середовище посилення для генерації лазерного променя.
- 3 - Рівномірний лазерний промінь на вихідному роз'ємі дозволяє використовувати лазерні волокна розміром до 50 мкм.

6

Продовження додатку Б

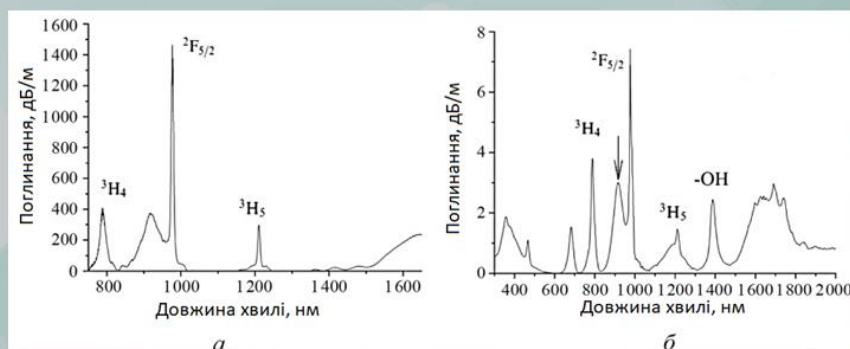


Рисунок 4

Результати дослідження поглинання волокна як по серцевині (а), так і по оболонці (б) показали, що для повного поглинання випромінювання накачування на довжині хвилі приблизно 920 нм необхідна довжина активного світловода близько 5 м, з поглинанням близько 2,9 дБ/м.

Накачування волокна легованого іонами тулія, в серцевину і в першу оболонку випромінювання з довжиною хвилі:

1,6 мкм

- висока ефективність генерації в наслідок низького нагріву на квантових дефектах і можливість вводити велику потужність накачування;
- перебудова в великому діапазоні довжин хвиль, пов'язана з гарною якістю пучка ітербію-ербієвого лазера і можливістю здійснити накачування в серцевину.

0,8 мкм

- реалізована квантова ефективність більше 1 (теоретично 2);
- можливість отримання високих вихідних потужностей випромінювання;
- накачування здійснюється високопотужними лазерними діодами з довжиною хвилі приблизно 800 нм.

Продовження додатку Б

Положення піків енергії смуг поглинання поруч з
можливими схемами накачування з фотоном
накачування на 790 нм.

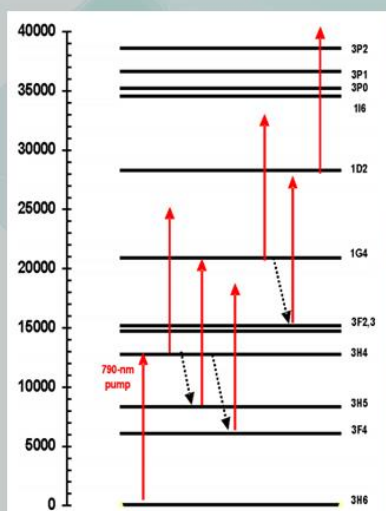


Рисунок 5

- Рівень 1G4 - відповідальний за синю флуоресценцію.
- Час життя іонів на рівні 3H5 дуже короткий через безвипромінювальний розпад до рівня 3F4.
- Рівень 3F4 живиться тільки прямим розпадом з рівня 3H4 і цей процес пригнічується розпадом перехресної релаксації рівня 3H4.

9

Установка волоконного тулієвого лазера



Рисунок 6

Габаритні розміри лазера:
 369,5 мм × 257 мм × 152 мм.
 Маса лазера 10 кг.

На передній панелі:

- екран;
- клавіатура;
- енкодер для введення параметрів.

На задній панелі закріплені:

- вентилятори;
- гніздо живлення;
- розетка педалі включення.
- роз'єм SMA

10

Продовження додатку Б

Схема мікročіп-лазера

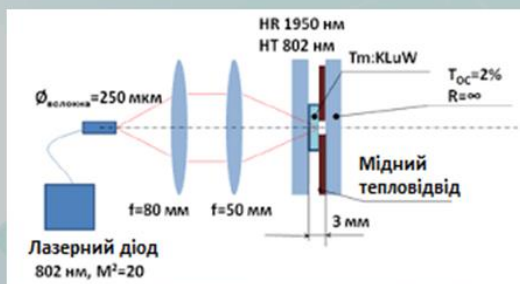


Рисунок 7



Рисунок 8

Накачування здійснюється лазерним діодом ($M^2=20$) з довжиною хвилі 802 нм, що відповідає максимуму в спектрі поглинання кристалу Tm: KLuW. Діаметр волокна лазерного діода — 250 мкм.

Система фокусування випромінювання накачування, що складається з двох лінз, забезпечувала діаметр перетяжки в активному елементі 150 мкм.

Лазерний елемент був закріплений на мідному тепловідвіді таким чином, що вхідне дзеркало резонатора підводилося впритул до торця активного елемента. Між вихідним дзеркалом і активним елементом був повітряний зазор 2,5 мм

11

Лазер працював в безперервному режимі генерації. Пропускання вихідного дзеркала становило $T = 2\%$.

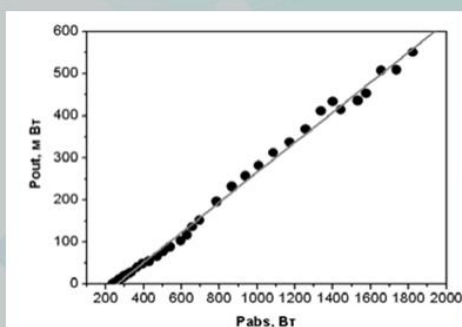


Рисунок 9

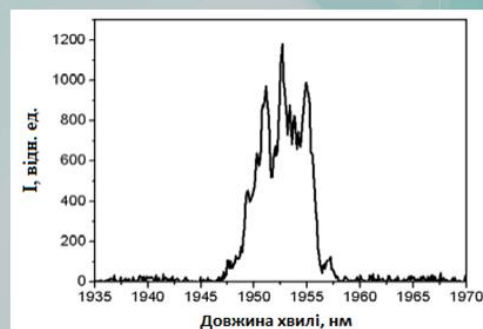


Рисунок 10

Залежність вихідної потужності мікročіпу Tm: KLuW лазера від поглиненої потужності накачування показана на рисунку 3. Максимальна вихідна потужність лазера склала 576 мВт.

На рисунку 4 представлений спектр лазерної генерації при падаючій потужності накачування 1 Вт.

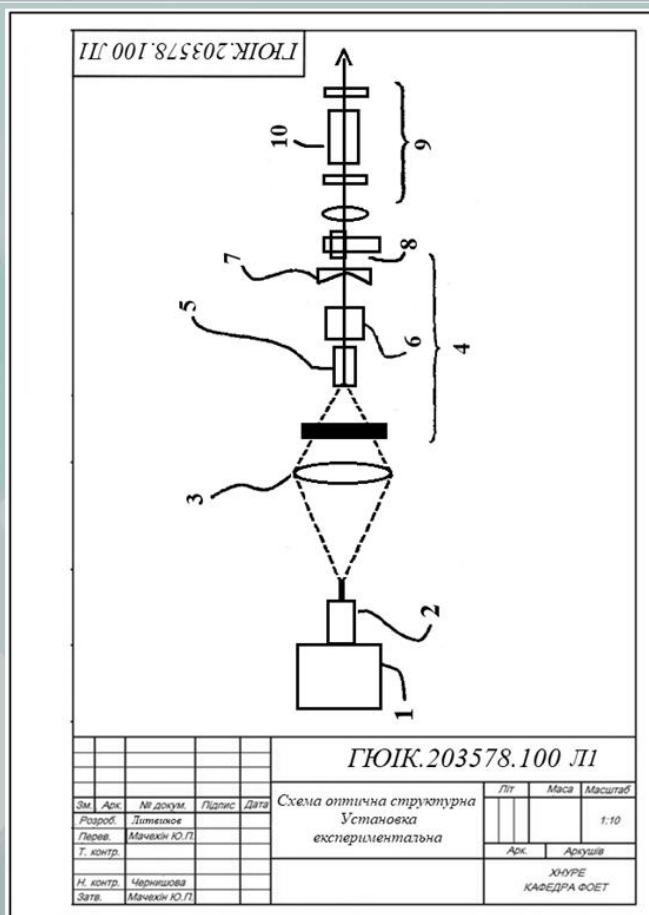
12

Продовження додатку Б

Висновки:

Був розглянутий тулієвий лазер у порівнянні з Гольмій: YAG-лазером, та детально проаналізований принцип накачування волоконного тулієвого лазера з схемами накачування та фотоном накачування на 790 нм. Були досліджені фізичні процеси в тулієвому лазері, їх особливості та основні характеристики, та габаритні данні.

13



14

