Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДЕНО:
Декан
А. Г. Коротаев

Рабочая программа дисциплины

Теория решения изобретательских задач

по направлению подготовки

12.04.03 Фотоника и оптоинформатика

Направленность (профиль) подготовки:

Приборы и устройства нанофотоники

Форма обучения

Очная

Квалификация

Магистр

Год приема

2025

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
А.П. Коханенко

Председатель УМК
А.П. Коханенко

Томск – 2025

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИУК 1.1 Выявляет проблемную ситуацию, на основе системного подхода осуществляет её многофакторный анализ и диагностику

ИУК 1.2 Осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации

ИУК 1.3 Предлагает и обосновывает стратегию действий с учетом ограничений, рисков и возможных последствий

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Теория решения изобретательских задач» являются обладание магистрантами:

1) современными знаниями, необходимыми для интенсификации их поисковой деятельности при разработке, оптимизации, модификации, применении приборов фотоники и оптоинформатики, включая устройства нанофотоники;

2) профессиональной эрудицией и методологической культурой в вопросах анализа своей научно-исследовательской и комплексной инженерной деятельности, выявления в ней технического и научного содержания, определения её места в развитии научного направления;

3) способностью применить приёмы решения изобретательских задач к проблеме самовоспитания творческой личности, ориентированной на ценности саморазвития и на самореализацию в области высоких технологий;

4) базовыми представлениями о защите объектов интеллектуальной собственности применительно к изобретательской практике.

2. Место дисциплины в структуре магистерской программы

Данная дисциплина относится к вариативной части профессионального цикла магистерской программы «**Приборы и устройства нанофотоники**».

Для освоения дисциплины «**Теория решения изобретательских задач**» студент должен обладать:

– способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

– готовностью анализировать и оценивать изобретательские решения, а также предлагать новые объекты техники и технологий;

– готовностью реализовать свой когнитивный потенциал, развивая свой интеллект и повышая профессиональный уровень;

– способностью разрабатывать элементы и устройства фотоники и оптоинформатики на основе существующей элементной базы.

Для освоения курса студентам необходимы знания курсов: Физические основы нанотехнологий, Современные проблемы фотоники, Управление инновационными проектами, Лазерная техника, Низкоразмерные структуры в фотонике, Правовая охрана интеллектуальной собственности. Либо необходимы знания иных курсов аналогичных по содержанию. То есть студент должен знать: основные термины, понятия, законы, принципы, модели, методы указанных дисциплин, приобретённые в процессе бакалаврской подготовки.

Освоение дисциплины «**Теория решения изобретательских задач**» необходимо для проведения научно-исследовательской работы в рамках подготовки магистерской

диссертации и последующей профессиональной деятельности в области фотоники и оптоинформатики.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Теория решения изобретательских задач»:

способность к абстрактному мышлению, обобщению, анализу, систематизации и прогнозированию (ОК-1);

способность действовать в нестандартных ситуациях, нести ответственность за принятые решения (ОК-2);

способность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3).

способность формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки (ОПК-1);

способность применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы (ОПК-2);

способность использовать иностранный язык в профессиональной сфере (ОПК-3).

готовность обосновать актуальность целей и задач проводимых научных исследований (ПК-1);

способность владеть методикой разработки математических и физических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере (ПК-2);

способность оценивать научную значимость и перспективы прикладного использования результатов исследования (ПК-3);

способность применять современные методики исследования основных физико-химических свойств оптических стекол и кристаллов, методики прогнозирования оптических и физико-химических параметров новых материалов (ПК-7);

способность владеть процедурами защиты интеллектуальной собственности (ПК-10).

способность владеть современными методами проектирования объектов в профессиональной сфере (ПК-11);

способность владеть современными методами проектирования производственно-технологических процессов в профессиональной области (ПК-19);

готовность к быстрой перестройке производственного процесса в соответствии с потребностями рынка (ПК-32);

готовность обосновать актуальность целей и задач проводимых научных исследований в области разработки и оптимизации технологических процессов производства приборов квантовой электроники и фотоники на основе наноструктурированных материалов, а также контроля их параметров (ПСК-1);

способность владеть методикой разработки математических и физических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов в области разработки и оптимизации технологических процессов производства приборов квантовой электроники и фотоники на основе наноструктурированных материалов, а также контроля их параметров (ПСК-2);

способность оценивать научную значимость и перспективы прикладного использования результатов исследования в области разработки и оптимизации технологических процессов производства приборов квантовой электроники и фотоники на основе наноструктурированных материалов, а также контроля их параметров (ПСК-3);

способность применять современные методики исследования и прогнозирования оптических и физико-химических свойств наноструктурированных материалов (ПСК-4).

способность владеть современными методами проектирования объектов в области разработки и оптимизации технологических процессов производства приборов квантовой электроники и фотоники на основе наноструктурированных материалов, а также контроля их параметров (ПСК-6).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- **Знать:**
 - основные положения системного подхода к анализу и синтезу систем, закономерности их строения и развития;
 - основные правила и приёмы решения научных и инженерных задач разного уровня сложности и существо конкретных методов решения;
 - структуру теории решения изобретательских задач (ТРИЗ);
 - типичные исследовательские ошибки в получении новых технических решений.
- **Уметь:**
 - формулировать изобретательскую ситуацию, физические и технические противоречия, идеальный конечный результат решения задачи в соответствии с правилами ТРИЗ;
 - приводить исследовательскую ситуацию к системной форме, в которой работа по поиску решений задачи упрощается;
 - рефлексировать и диагностировать собственные исследовательские ошибки;
 - выявлять и классифицировать ресурсы при решении исследовательской или технической задачи;
 - толковать современное состояние, тенденции, перспективы развития фотоники и оптоинформатики, включая нанофотонику, в соответствии с закономерностями развития антропотехнических систем.
- **Владеть:**
 - приёмами анализа систем, являющихся предметом фотоники и оптоинформатики;
 - приёмами выявления и разрешения физических и технических противоречий в развитии систем, являющихся предметом фотоники и оптоинформатики.

4. Структура и содержание дисциплины

1. Введение

Цели и задачи, предмет и содержание курса. Структура ТРИЗ. Из истории идеи алгоритмизации процесса решения задач. Многообразие областей применения ТРИЗ. Типология задач. Отличия между научными и инженерными задачами. Роль ТРИЗ в деле самовоспитания творческой мотивированной саморазвивающейся личности.

2. Системный подход и основные термины

Сущность системного подхода. Классификация и свойства систем. Структурный анализ технических объектов. Идеальный конечный результат. Физическое противоречие. Техническое противоречие. Главная полезная функция системы. Физико-технический эффект. Вредная функция. Использование структурной схемы лазера для пояснения базовых терминов ТРИЗ. Этапы системного анализа. Девятиэкранная схема мышления.

3. Лазер как работоспособная техническая система

Закономерности развития систем на примере лазерной техники. «Статические» закономерности: полноты частей системы; энергетической проводимости; стремления системы к идеальности. «Динамические» закономерности: неравномерности развития; согласования-рассогласования; развёртывания-свёртывания; перехода к надсистеме; перехода на микроуровень и использования полей. Особенности совместного действия закономерностей развития.

4. Прогноз развития системы

Уникальны ли антропотехнические системы? Степень сложности системы. Этапы развития системы целенаправленной деятельности. Рекомендации *in situ* по созданию и изменению систем в фотонике, находящихся на различных этапах развития. Связь между закономерностями развития системы и этапами её развития.

5. Решение типовых задач: паспортизация и использование ресурсов

Виды ресурсов для решения задач. Эффекты: математические, геометрические, физические. Ресурсы пространства и времени. Количественные изменения. Указатели эффектов и их применение для получения новых решений.

Вещественно-полевые ресурсы: вещества, поля, взаимодействие веществ и полей (веполи). Свойства веполей. Правила составления веполей. Веполь как модель конфликта в задаче. Вепольные модели задач. Стандарты на решение изобретательских задач. Процесс усиления света в реальной среде на языке вепольного представления.

6. Решение типовых задач: типовые приёмы устранения противоречий

Алгоритм предварительного анализа задачи. Система приёмов с описаниями их применения в фотонике. Работа с таблицей использования приемов устранения технических противоречий. Стандартные приёмы разрешения физических противоречий.

7. Алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ) Г.С. Альтшуллера

Четвёртый уровень сложности задач. История создания АРИЗ. Структура АРИЗ и пример его использования в фотонике.

8. Алгоритм формулировки предсказательных гипотез Д.А. Павлова

Классификация научных открытий. Формат представления эффекта. Уровни развития физических эффектов. Алгоритм предсказания физического эффекта. Примеры использования алгоритма. Необходимость и способы юридической защиты изобретений.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачётных единиц – 72/36 часов

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				лекции	Лаб. работы	семинары	Самост. работа	
1	Введение	3	1	2	0	0	0	
2	Системный подход и основные термины	3	2-3	0	0	4	4	Устный опрос. Доклад на семинаре
3	Лазер как работоспособная техническая система	3	4-5	0	0	4	4	Устный опрос. Доклад на семинаре
4	Прогноз развития системы	3	6-7	1	0	3	4	Устный опрос. Доклад на семинаре
5	Решение типовых задач: паспортизация и использование ресурсов	3	8-10	2	0	4	4	Устный опрос. Доклад на семинаре
6	Решение типовых задач: типовые приёмы устранения противоречий	3	11-13	1	0	5	4	Письменный опрос. Доклад на семинаре
7	Алгоритм	3	14-	2	0	2	2	Устный опрос. Доклад

	решения изобретательских задач (АРИЗ) Г.С. Альтшуллера		15					на семинаре
8	Алгоритм формулировки предсказательных гипотез Д.А. Павлова	3	16-18	2	0	4	14	Письменный опрос. Доклад на семинаре
9	Итоговый контроль по дисциплине	3	21	0	0	0	0	Зачёт
ИТОГО: 72				10	0	26	36	

5. Образовательные технологии

При реализации дисциплины используются проблемные лекции, групповые дискуссии, тренинги для будущих изобретателей. При проведении семинаров предусматривается участие ведущих специалистов Ин-та сильноточной электроники СО РАН, руководителей магистрантов.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Видами самостоятельной работы обучающегося по данной дисциплине являются:

- подготовка ответов на контрольные вопросы;
- подготовка докладов на семинарах;
- подготовка рефератов;
- подготовка к зачёту.

Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы

а) Контрольные вопросы

1. Что является изобретательской задачей?
2. Как соотносятся исследовательские и изобретательские задачи?
3. Какова типология задач?
4. Какие разделы включает в себя ТРИЗ и каковы их функции?
5. Что такое главная полезная функция системы? Объективно или субъективно это понятие?
6. Что такое главная вредная функция системы? Объективно или субъективно это понятие?
7. Что такое система и каковы её главные качества?
8. Что такое главный идеальный конечный результат?
9. Как пользоваться девятиэкранной схемой мышления?
10. В чём состоит существо закономерности полноты частей системы?
11. В чём состоит существо закономерности энергетической проводимости системы?
12. В чём состоит существо закономерности стремления системы к идеальности?
13. В чём состоит существо закономерности закономерности: неравномерности развития системы?
14. В чём состоит существо закономерности согласования-рассогласования развития системы?
15. В чём состоит существо закономерности развёртывания-свёртывания системы?
16. В чём состоит существо закономерностей перехода системы к надсистеме?

17. В чём состоит существо закономерности перехода на микроуровень и использования полей?
18. Каковы виды ресурсов для решения задач?
19. Приведите примеры использования математических ресурсов для разрешения противоречий.
20. Приведите примеры использования геометрических ресурсов для разрешения противоречий.
21. Приведите примеры использования физических ресурсов для разрешения противоречий.
21. Приведите примеры использования математических ресурсов для разрешения противоречий.
22. Приведите примеры использования ресурсов пространств и времени для разрешения противоречий.
23. Что такое веполь? Свойства веполей.
24. Каковы правила составления веполей?
25. Что такое стандарт на решение изобретательских задач? Как были получены существующие стандарты?
26. Что является уровнем развития физического эффекта?
27. Как сформировалась потребность в создании АРИЗ?
28. Почему на стадии глобальной сингулярности возрастает роль научной методологии, персональной и групповой ответственности учёных?
29. Что такое нано-био-когно-социо-технологии как антропотехническое изобретение?
30. Как сформировалась потребность в создании алгоритма формулировки предсказательных гипотез?

б) Задания для самостоятельной работы (примерная тематика рефератов и семинаров)¹

1. Какие методы решения задач использовались до появления алгоритмических методов? [Шпаковский Н.А., Новицкая Е.Л. ТРИЗ. Практика целевого изобретательства. М.: Форум, 2011. 335 с.]
2. Краткая история развития приёмов для решения изобретательских задач [Петров В. История развития приемов. Информационные материалы. Тель-Авив, 2006 73 с.]
3. Принципы диверсионного анализа технической системы [Злотин Б.Л., Зусман А.В. Решение исследовательских задач. Кишинёв, МНТЦ «Прогресс»; «Карта Молодовеняскэ», 1991. 204 с.]
4. Прогноз развития любого из типов лазеров на основе ЗРТС.
5. Ресурсы для управления лазерным излучением (на основе любого из списков физических и химических эффектов) [Методы и приборы управления лазерным излучением. Учебный словарь / Сост. М.Э. Вышеткович, Б.Н. Пойзнер. Томск, 1992. 52 с.].
6. Приёмы свёртывания и развёртывания лазерных систем.
7. Объединение свойств альтернативных систем в лазерной технике.
8. Переход от физического противоречия к идее решения [Фаер С. Формулы физических противоречий // ТРИЗ-ПРОФИ: эффективные решения – 2005. – №1. – С. 126–137]
9. Метод маленьких человечков и пример его использования для описания какой-либо задачи из лазерной физики и техники.
10. Примеры использования приёмов по устранению противоречий в лазерной физике или фотонике (приёмы – по выбору слушателя).

¹ Будет ли указанная тема дана как семинарская или как тема для написания реферата, зависит от степени подготовленности слушателей, которая станет понятной спустя два-три занятия.

11. Изменение фазовых переходов для устранения технических противоречий в лазерной физике и фотонике.

в) Примерный перечень вопросов к зачёту.

1. Алгоритм предварительного анализа задачи.
2. Алгоритм предсказания физического эффекта.
3. Веполь как модель конфликта в задаче.
4. Вепольные модели задач.
5. Вещественно-полевые ресурсы: вещества, поля, взаимодействие веществ и полей (веполи).
6. Виды ресурсов для решения изобретательских задач.
7. Вредная функция.
8. Главная полезная функция системы.
9. Девятиэкранная схема мышления.
10. «Динамические» закономерности: неравномерности развития; согласования-рассогласования; развёртывания-свёртывания; перехода к надсистеме; перехода на микроуровень и использования полей.
11. Закономерности развития систем на примере лазерной техники.
12. Идеальный конечный результат.
13. Использование структурной схемы лазера для пояснения базовых терминов ТРИЗ.
14. История создания АРИЗ.
15. Классификация и свойства систем.
16. Классификация научных открытий.
17. Многообразие областей применения ТРИЗ.
18. Необходимость и способы юридической защиты изобретений.
19. Особенности совместного действия «статических» и «динамических» закономерностей развития.
20. Отличия между научными и инженерными задачами.
21. Правила составления веполей.
22. Примеры использования алгоритма.
23. Процесс усиления света в реальной среде на языке вепольного представления.
24. Работа с таблицей использования приемов устранения технических противоречий.
25. Рекомендации *in situ* по созданию и изменению систем в фотонике, находящихся на различных этапах развития.
26. Ресурсы пространства и времени; количественные изменения.
27. Роль ТРИЗ в деле самовоспитания творческой мотивированной саморазвивающейся личности.
28. Свойства веполей.
29. Связь между закономерностями развития системы и этапами её развития.
30. Система приёмов с описаниями их применения в фотонике.
31. Стандартные приёмы разрешения физических противоречий.
32. Стандарты на решение изобретательских задач.
33. «Статические» закономерности: полноты частей системы; энергетической проводимости; стремления системы к идеальности.
34. Степень сложности системы.
35. Структура АРИЗ и пример его использования в фотонике.
36. Структура ТРИЗ.
37. Структурный анализ технических объектов.
38. Сущность системного подхода.
39. Сюжеты из истории идеи алгоритмизации процесса решения задач.
40. Техническое противоречие.
41. Типология изобретательских задач.

42. Указатели эффектов и их применение для получения новых решений.
43. Уникальны ли анторопотехнические системы?
44. Уровни развития физических эффектов.
45. Физико-технический эффект.
46. Физическое противоречие.
47. Формат представления эффекта.
48. Четвёртый уровень сложности задач.
49. Этапы развития системы целенаправленной деятельности.
50. Этапы системного анализа.
51. Эффекты: математические, геометрические, физические.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. **Шпаковский Н.А., Новицкая Е.Л.** ТРИЗ. Практика целевого изобретательства. – М.: Форум, 2011. – 335 с.
2. Основы теории систем и решения творческих технических задач / В.А. Михайлов, Е.Д. Андреев, В.П. Желтов, В.П. Гальетов, А.Л. Михайлов. Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2012. – 396 с.
3. **Кукалев С.В.** Правила творческого мышления, или Тайные пружины ТРИЗ. – М.: Форум: ИНФРА-М, 2014. – 416 с.
4. **Павлов Д.А.** Алгоритм научного поиска: Пособие исследователю. – СПб.: Скифия-принт, 2014. – 86 с.
5. **Соснин Э.А.** Управление инновационными проектами: учебное пособие. – Ростов н/Д : Феникс, 2013. – 202 с.
6. **Соснин Э.А., Пойзнер Б.Н.** Из небытия в бытие: творчество как целенаправленная деятельность. – Томск: STT, 2011. – 520 с.

б) дополнительная литература

1. **Денисов Г.М., Дикарев В.И.** Справочник изобретателя. СПб.: Лань, 2001. 352 с.
2. **Альтшуллер Г.С.** Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач. Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1991. 225 с.
3. **Альтшуллер Г.С., Злотин Б.Л., Зусман А.В., Филатов В.И.** Поиск новых идей: от озарения к технологии: Теория и практика решения изобретательских задач. Кишинев: Картя Молдовеняска, 1989. 381 с.
4. **Злотин Б.Л., Зусман А.В.** Законы развития и прогнозирование технических систем: Метод. рекомендации. Кишинев: Картя Молдовеняскэ; МНТЦ “Прогресс”, 1989. 114 с.
5. **Шпаковский Н.А.** ТРИЗ. Анализ технической информации и генерация новых идей. М.: Форум, 2009. 264 с.
6. **Ревенков А.В., Резчикова Е.В.** Теория и практика решения технических задач. М.: Форум, 2009. 382 с.
7. **Соснин Э.А.** Закономерности развития газоразрядных источников спонтанного излучения: Руководство для разработчика. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2004. 106 с.
8. **Соснин Э.А., Пойзнер Б.Н.** Лазерная модель творчества (от теории доминанты к синергетике культуры). Томск: Изд-во Том. ун-та, 1997. 136 с.
9. **Соколов Д.Ю.** Патентование изобретений в области высоких и нанотехнологий. – М.: Техносфера, 2010. – 136 с.
10. Handbook of Lasers. (Ed. M.J. Weber). CRC Press LLC, 2011. 1186 p

в) Интернет-ресурсы:

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru/>;
2. Электронная библиотека ТГУ: <http://www.lib.tsu.ru/ru>;

3. Электронный ресурс American Institute of Physics: <http://scitation.aip.org/>;
4. Электронный ресурс American Physical Society: <http://publish.aps.org/>.