

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

А. А. Чернышев

# СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И МЕТОДЫ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА

Методические указания  
по практическим занятиям  
и самостоятельной работе

ТОМСК  
2025

УДК 001.8(076)  
ББК 30уя73  
Ч 49

**Рецензент:**

**Кривин Н.Н.**, заведующий кафедрой конструирования и производства  
радиоаппаратуры ТУСУРа, канд. техн. наук

**Чернышев, Александр Анатольевич**

Ч 49 Системный анализ и методы научно-технического творчества: методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе / Чернышев А.А. – Томск: Томский гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2025. – 14 с.

Представлены указания по содержанию и методике проведения практических, занятий и организации самостоятельной работы при изучении вопросов системной инженерии и методов поиска новых технических решений студентами, получающими профессиональное образование в области радиоэлектроники, приборостроения, производства и эксплуатации радиоэлектронных средств.

Особое внимание удалено практической направленности дисциплины, ознакомлению обучающихся с профессиональной терминологией, инструментами изобретательства, освоению системной методологии в аналитической и проектной деятельности.

Приведены пояснения по внеаудиторной подготовке к занятиям, подготовке отчетов, тематике устных сообщений.

Одобрено на заседании кафедры конструирования и производства  
радиоаппаратуры, протокол № 44 от 30.01.2025 г.

УДК 001.8(076)  
ББК 30уя73  
Ч 49

© Чернышев А.А., 2025  
© Томский гос. у-т систем упр.  
и радиоэлектроники, 2025

## **СОДЕРЖАНИЕ**

<b>1 Введение.....</b>	<b>4</b>
<b>2 Общие указания.....</b>	<b>4</b>
<b>3 Практические/семинарские занятия.....</b>	<b>6</b>
<b>3.1 Раздел 1 – Введение.....</b>	<b>6</b>
3.1.1 Творчество и системная инженерия в деятельности специалиста по проектированию и эксплуатации РЭС.....	6
<b>3.2 Раздел 2 – Системный анализ в разработке электронных средств.....</b>	<b>6</b>
3.2.1 Системная методология в создании РЭС. Начальные этапы разработки аванпроекта.....	7
3.2.2 Структурирование аспектов проблемной ситуации.....	8
3.2.3 Исследование задач по созданию нового объекта и путей их решения.....	8
3.2.4 Составление ТЗ на разработку нового объекта (РЭС).....	9
<b>3.3 Раздел 3 - Методы научно-технического творчества.....</b>	<b>10</b>
3.3.1 Особенности различных методов научно-технического творчества.....	10
3.3.2 Функционально-стоимостный анализ и технико-экономическое обоснование решений.....	10
3.3.3 Использование АРИЗ/ТРИЗ.....	10
3.3.4 Разбор примеров использования технологии прикладного системного анализа при создании и эксплуатации РЭС.....	10
<b>4 Самостоятельная работа студента.....</b>	<b>11</b>
<b>5 Список рекомендуемых источников.....</b>	<b>13</b>
<b>Приложение А Пример теста текущего контроля.....</b>	<b>14</b>

## 1 Введение

Целью дисциплины «Системный анализ и методы научно-технического творчества» является формирование профессиональных компетенций в области разработки обобщенных вариантов решения проблем, анализа этих вариантов, прогнозирования последствий, нахождения компромиссных решений.

Задачи дисциплины:

- Ознакомление студентов с теоретическими основами системного анализа.
- Ознакомление студентов с методологией прикладного системного анализа при решении проблемных ситуаций, связанных с разработкой радиоэлектронных средств.
- Ознакомление студентов с методами научно-технического творчества.
- Привитие студентам культуры системного мышления.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- знать принципы системного подхода применительно к проектной, производственной и эксплуатационной деятельности;
- уметь применять на практике методологию прикладного системного анализа;
- владеть основами общей теории систем и профессиональной терминологией в области системной инженерии.

В настоящих методических указаниях рассмотрены общие вопросы преподавания практической части дисциплины. Даны указания по внеаудиторной самостоятельной работе студентов (СРС), выполнение которых способствует усвоению и закреплению на практике теоретического материала.

Степень усвоения материала и сформированности конкретных компетенций, предписанных федеральными государственными образовательными стандартами (ФГОС) и рабочими программами, определяется путем педагогического наблюдения и оценивания:

- качества выполнения тестов, отчетов и письменных работ;
- умения представлять проделанную работу в виде устного доклада (сообщения);
- активности студента на лекциях и практических/семинарских занятиях;
- систематичности и качества СРС по подготовке к занятиям.

## 2 Общие указания

Помимо перечисленных выше общих познаний, действующими учебными планами за нашей дисциплиной закреплены конкретные компетенции с индикаторами их достижения студентом:

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

УК-1.1. Знает методики сбора и обработки информации, актуальные российские и зарубежные источники информации для решения поставленных задач, а также методы системного анализа.

УК-1.2. Умеет применять методики поиска, сбора и обработки информации, осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников.

УК-1.3. Владеет методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач; способен генерировать различные варианты решения поставленных задач.

**УК-10.** Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности:

УК-10.1. Знает базовые принципы функционирования экономики и экономического развития общества, источники финансирования профессиональной деятельности, критерии оценки затрат и обоснованности экономических решений

УК-10.2. Умеет принимать и обосновывать экономические решения в различных областях жизнедеятельности, планировать деятельность с учетом экономически оправданных затрат, направленных на достижение результата

УК-10.3. Владеет основами финансовой грамотности, а также навыками расчета и оценки экономической целесообразности планируемой деятельности (проекта), ее (его) финансирования из различных источников

В ходе преподавания и изучения дисциплины следует иметь в виду, что в связи с непрерывным совершенствованием образовательных программ список закрепленных компетенций может меняться в зависимости от года набора. С другой стороны, нетрудно видеть, что каждая компетенция формируется в комплексе дисциплин. Применительно к преподаванию конкретной дисциплины речь может идти о формировании предписанных компетенций только в отдельных аспектах, характерных для данной дисциплины.

Тем не менее, во всех видах занятий и в органическом сочетании с содержанием дисциплины преподавателю следует обращать внимание на эти аспекты, оценивая степень сформированности их у студентов, в частности:

- по степени понимания важности системной методологии и методов научно-технического творчества как основы настоящего и будущего развития экономики;
- по уровню развития профессиональной устной и письменной речи, умению пользоваться профессиональной терминологией;
- по умению оценивать соответствие различных объектов и процессов обязательным (законодательным) требованиям;
- по способности анализировать проблемные ситуации с опорой на известные подходы системной инженерии, актуальные стандарты и иные нормативные документы.

На каждом практическом/семинарском занятии может проводиться опрос студентов; заслушивание сообщений студентов по темам, согласованным с преподавателем; обсуждение вопросов в форме семинара, выполнение практических заданий с оформлением отчетов.

Приведенное распределение общего объема учебного времени по отдельным тематическим занятиям является примерным и при необходимости может быть скорректировано. В частности, с учетом особенностей конкретных групп преподаватель может изменить объем практических/семинарских занятий по соответствующей теме на 2...4 часа.

### **3 Практические/семинарские занятия**

#### **3.1 Раздел 1 - Введение**

##### **3.1.1 Творчество и системная инженерия в деятельности специалиста по проектированию и эксплуатации РЭС**

Форма проведения – семинар, дискуссия (4 часа).

Содержание занятия:

Во вступительном слове преподаватель дает пояснения по практической части дисциплины, особенностях проведения занятий и оценивания успешности обучения. Даются рекомендации по использованию учебных пособий и электронного журнала СДО. Проводится распределение тем докладов (устных сообщений) для самостоятельной подготовки и выступления на семинарах (см. раздел 4 настоящих указаний).

Далее на основе материала первых лекций и общих познаний, полученных в предшествующих дисциплинах, студентам предлагается обсудить понятия:

- виды деятельности нашего выпускника, предписанные ФГОСом;
- творчество;
- наука и инженерия;
- системный подход;
- проблема;
- проблемная ситуация;
- системная инженерия;
- анализ объекта проектирования или исследования;
- стадии разработки проектной документации;
- аванпроект и техническое предложение;
- техническое задание.

В зависимости от степени активности студентов может быть проведен письменный опрос с оценкой студенческих работ.

В конце занятия преподаватель отмечает наиболее интересные высказывания, делает уточнения и подводит итоги. Намечается график устных выступлений (докладов) студентов на ближайших занятиях.

#### **3.2 Раздел 2 - Системный анализ в разработке электронных средств**

Раздел представлен комплексом из четырех практико-ориентированных занятий. Они направлены на последовательное выполнение заданий, составляющих в совокупности содержание прикладного системного анализа объекта проектирования и/или исследования в ходе разработки аванпроекта нового объекта (РЭС).

Форма проведения – практические занятия с элементами семинаров и консультаций. Каждое занятие рассчитано примерно на 4 часа.

На первом занятии каждому студенту (с учетом его пожеланий) назначается тема, связанная с созданием или модернизацией радиоэлектронной системы, например:

- Радиолокационная система навигации судов в морском порту
- Радиолокатор системы посадки самолетов в горной местности
- Аэродромная система отпугивания птиц
- Система предотвращения проникновения животных для малых аэродромов

- Аварийная система поиска ВС с помощью наноспутников
- Система автоматизированной доставки грузов
- Система связи, адаптивная к метеоусловиям
- Система контрбатарейной борьбы
- Многопозиционная система обнаружения БПЛА
- Система обнаружения подземных коммуникаций
- Система радиопротиводействия средствам управления БПЛА

Технические аспекты по утвержденной теме студент изучает самостоятельно, используя литературные и сетевые информационные источники.

Методика прикладного системного анализа применительно к системам РЭС изложена в работах [2, с. 243 – 248] и [3]. С примерами такого анализа можно ознакомиться в работах [2, с. 249 – 264] и [3, с. 50 – 91].

Разработке с отражением в отчетах подлежат следующие вопросы:

- 1 Предварительная формулировка цели проекта
- 2 Определение потребности
- 3 Поиск аналогов и выявление прототипа
- 4 Критика прототипа. Формулирование проблемы. Выявление аспектов проблемной ситуации
- 5 Определение участников проблемной ситуации и их интересов
- 6 Определение «конфигуратора»
- 7 Целевыявление
- 8 Формирование массива критериев и показателей создаваемого изделия, решающего проблему
- 9 Исследование задач по созданию нового изделия и путей их решения
- 10 Генерация идеи построения будущего изделия и представление возможных вариантов
- 11 Анализ возможных вариантов построения изделия. Выбор наилучшего варианта, как альтернативного по отношению к другим возможным вариантам
- 12 Описание выбранного варианта. Заключение

В процессе работы организуется защита выполненных этапов, их обсуждение и ознакомление с рациональными подходами. Отчеты размещаются в соответствующих разделах электронного журнала по дисциплине.

### **3.2.1 Системная методология в создании РЭС. Начальные этапы разработки аванпроекта**

В начале занятия преподаватель предлагает заслушать устные сообщения (доклады) студентов по согласованным темам (2 – 3 человека). По сделанным докладам проводится краткое обсуждение (5 – 10 минут).

Затем переходим к работам над учебным аванпроектом.

В **отчет** по данному занятию в обязательном порядке входят разделы:

1 Предварительная формулировка цели проекта (она будет уточняться далее, при формулировании проблемы).

Здесь может быть использован подход к постановке цели, получивший в литературе название SMART. SMART – это метод описания цели, включающий в себя: конкретность, измеримость, достижимость, важность и определённость по срокам. Говорят, что в этом случае цель задана **операционально**.

2 Определение потребности

3 Поиск аналогов и выявление прототипа

В книге Льюиса Кэрролла «Алиса в Зазеркалье» есть замечательный диалог между Алисой и Чеширским Котом:

- Скажите, какой тропинкой я смогу выйти отсюда?
- А куда ты идешь? – вопросом ответил Кот.
- Я не знаю, – ответила Алиса.
- Что ж, тогда ты придешь туда по любой тропинке.

«Пойти туда, не знаю куда» – бывает только в сказках. Вы должны знать куда идете и четко видеть пути, ведущие к цели. Операциональная постановка цели и задач указывает направление для менеджеров и работников; определяет тропинку, по которой нужно двигаться при работе над проектом.

Максимальная оценка за отчет по п. 3.2.1 – 10 баллов.

### **3.2.2 Структурирование аспектов проблемной ситуации**

Заслушиваем устные сообщения (доклады) студентов по согласованным темам. По сделанным докладам проводится краткое обсуждение (5 – 10 минут). Затем продолжаем работу над учебным аванпроектом.

В отчет по данному занятию в обязательном порядке входят разделы:

4 Критика прототипа. Формулирование проблемы. Выявление аспектов проблемной ситуации

5 Определение участников проблемной ситуации и их интересов

6 Определение «конфигуратора» (составление перечня профилей специалистов, которые владеют специфическими языками описания своих предметных областей и должны быть привлечены к работе для успешного выполнения проекта)

7 Целевыявление (выявление частных целей разработки)

Максимальная оценка за отчет по п. 3.2.2 – 10 баллов.

### **3.2.3 Исследование задач по созданию нового объекта и путей их решения**

Заслушиваем устные сообщения (доклады) студентов по согласованным темам. По сделанным докладам проводится краткое обсуждение (5 – 10 минут). Затем продолжаем работу над аванпроектом.

В отчет по данному занятию в обязательном порядке входят разделы:

8 Формирование массива критериев и показателей создаваемой системы (РЭС), решающего проблему

9 Исследование задач по созданию нового изделия и путей их решения

10 Генерация идеи построения будущего изделия и представление возможных вариантов

11 Анализ возможных вариантов построения изделия. Выбор наилучшего варианта, как альтернативного по отношению к другим возможным вариантам

12 Описание выбранного варианта. Заключение

Максимальная оценка за отчет по п. 3.2.3 – 10 баллов.

### **Важное замечание по ходу разработки:**

В п.1 системного анализа *предварительно* формулируем цель, по типу: "мы в принципе это можем, и нам кажется, что это новое и нужное", например:

"Целью нашего перспективного проекта является создание инновационного метеорологического радиолокатора, позволяющего распознавать виды осадков и оценивать степень их опасности для ВС. Разработку предполагается выполнить на уровне принципиальных технических решений (эскизный проект) в течение 15 месяцев".

Потом по разделам нашего анализа следует много чего интересного. Выясняется, что многое уже есть, а чего-то нет, например - известные метеорологические радиолокаторы плохо работают в гористой местности, где много приземных помех. А в управлении ВД особенно важны условия посадки, т.е. малые высоты. На рынке таких изделий пока что нет или мало. А "наши" научные наработки позволяют кое-что сделать в этом направлении. Среди заинтересованных сторон нет таких (или мало), кто категорически против. Предварительно мы уже продумали состав команды проекта ("конфигуратор").

Вот теперь можно оформлять целевыяявление, т.е. со знанием ситуации сформулировать главную цель ("создать...") и частные цели ("при этом изделие должно обладать..."). Например, так:

**"Целью проекта является ... (разработка, создание) ...**

**Изделие применяется в ... (или: предназначено для ... ).**

**Разрабатываемое изделие должно обладать ... (свойствами, способностью, возможностью).**

**Ориентировочный срок выполнения проекта в объеме** (на уровне, на стадии разработки) ... - (длительность или месяц, год окончания работы)".

Это уже не по типу "мы тут хотим попробовать сделать что-нибудь новенькое, дайте нам денег" (см.п.1), а "это действительно нужно, с такими-то новыми свойствами, у нас есть доказательства, и есть обоснованная уверенность в успехе".

### **3.2.4 Составление ТЗ на разработку нового объекта (РЭС)**

Заслушиваем устные сообщения (доклады) студентов по согласованным темам. По сделанным докладам проводится краткое обсуждение (5 – 10 минут). Затем продолжаем работу над проектом.

Отчетом по данному занятию является ТЗ, составленное на основе системного анализа (аванпроекта) по ГОСТ 15.016 – 2016 Система разработки и постановки продукции на производство. Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению.

Максимальная оценка за отчет по п. 3.2.3 – 10 баллов.

### **3.3 Раздел 3 - Методы научно-технического творчества**

Раздел представлен комплексом из четырех семинарских занятий. Они направлены на изучение наиболее известных методов поиска новых технических решений и их применения в решении инженерных задач.

Каждое тематическое семинарское занятие рассчитано примерно на 4 часа.

На семинарском занятии после вводного слова преподавателя заслушиваются устные сообщения (доклады) студентов по согласованным профильным темам. По окончании каждого сообщения проводится обсуждение. Рассматриваются типовые задачи, решаемые посредством обсуждаемого метода. В конце занятия преподаватель подводит итоги и объявляет оценки.

Максимальная оценка студента за выступление с докладом – 10 баллов. Оценки отражаются в электронном журнале по дисциплине.

#### **3.3.1 Особенности различных методов научно-технического творчества**

При подготовке к данному семинару всем студентам следует ознакомиться с материалом по учебному пособию [2, с. 148 – 196; 218 – 242].

#### **3.3.2 Функционально-стоимостный анализ и технико-экономическое обоснование решений**

При подготовке к семинару всем студентам следует ознакомиться с материалом по учебному пособию [2, с. 197 – 217]. Интерес представляет также Онлайн-калькулятор стоимости разработки электронных приборов <https://nextint.ru/calc/>.

#### **3.3.3 Использование АРИЗ/ТРИЗ**

При подготовке к данному семинару всем студентам следует повторить соответствующий раздел лекций и ознакомиться с пособием [4]. Рекомендуется также ознакомиться с «Межотраслевым фондом эвристических приемов преобразования объекта» и «Фондом физико-технических эффектов» [2, Приложение 1, Приложение 3].

В процессе семинара предполагается рассмотрение типовых задач по применению данного метода.

#### **3.3.4 Разбор примеров использования технологии прикладного системного анализа при создании и эксплуатации РЭС**

Для успешного участия в семинаре при подготовке следует изучить методические примеры, приведенные в пособиях [2, с. 240 - 264] и [3, с. 50 - 91].

## 4 Самостоятельная работа студента

Самостоятельная работа по дисциплине включает в себя следующие элементы:

- проработка лекционного материала и подготовка к тестовому контролю, проводимому на лекциях – ТК (приложение А);
  - подготовка к практическим/семинарским занятиям;
  - выполнение и/или доработка отчетов по практическим занятиям;
  - подготовка устных реферативных сообщений (докладов) или письменных рефератов (рефераты – только с разрешения преподавателя и в соответствии с рабочей программой);
  - подготовка к семестровой аттестации (зачет, зачет с оценкой или экзамен согласно действующей рабочей программе).

Эффективная самостоятельная работа предполагает внимательную и активную работу студента на лекциях и групповых занятиях, аккуратное ведение и детальное изучение конспекта либо электронного журнала, изучение и усвоение специальной терминологии.

Для самостоятельной внеаудиторной работы при углубленной проработке теоретического материала по соответствующим темам рекомендуется учебное пособие [1], указанное как основное в рабочей программе дисциплины, а также дополнительная литература (электронные ресурсы) [2 – 4]. Для ознакомления с вопросами системной инженерии могут быть рекомендованы пособие [5] и ГОСТ Р 57193-2016 Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла систем.

Статью для устного реферирования (доклада) студент выбирает, как правило, самостоятельно после просмотра профильных журналов и/или иных источников, включая интернет-публикации. Для студентов, затрудняющихся в выборе, могут быть рекомендованы следующие темы, связанные с конкретными методами поиска новых технических решений:

- Метод морфологического ящика Ф. Цвикки
- Синектика У. Гордона
- Метод гирлянд ассоциаций
- Метод контрольных вопросов А. Осборна
- Метод фокальных объектов по Э. Кунце и Ч. Вайтингу
- Метод семикратного поиска
- Метод поиска корневой причины (RCA) — диаграмма «5 почему».
- Типовая методика технико-экономического обоснования нового объекта РЭС
- Онлайн калькулятор разработки электронных приборов

**Примечание** – Перечень примерный, может быть дополнен по желанию студентов.

Устное реферативное сообщение, в отличие от письменного реферата, может быть подготовлено на основе всего **одной**, специально выбранной публикации в периодическом издании.

Тема сообщения должна быть согласована с преподавателем.

Представление преподавателю письменного текста сообщения не требуется.

**Внимание!** Компьютерная презентация по теме сообщения должна быть размещена на соответствующем форуме электронного журнала по нашей дисциплине.

Старосте группы преподаватель поручает готовить программу выступлений студентов на семинарах и следить за тем, чтобы не было повторов тем.

**Внимание!** Продолжительность выступления с сообщением на семинаре не должна превышать 10 минут!

В ходе публичного выступления с подготовленным сообщением не следует уподобляться диктору телевидения, читая заготовленный конспект. Абсолютно недопустимо – читать распечатку представляющей статьи.

Рассказ следует вести своими словами, лишь изредка обращаясь к конспекту, а в нужных местах – к иллюстративному материалу (к экрану презентации). Первую фразу сообщения, а также его завершение («Таким образом, ...») целесообразно выучить наизусть.

## **5 Список рекомендуемых источников**

1 Волкова, В. Н. Теория систем и системный анализ: учебник для вузов / В. Н. Волкова, А. А. Денисов. — 3-е изд. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 562 с. — Электронный ресурс <https://urait.ru/bcode/510492> (дата обращения: 15.06.2025 г.)

2 Озеркин, Д. В. Системный анализ и методы научно-технического творчества: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Д. В. Озеркин, В. П. Алексеев. — Томск: ТУСУР, 2015. — 326 с. — Электронный ресурс <https://edu.tusur.ru/publications/1284> (дата обращения: 15.06.2025 г.)

3 Озеркин, Д. В. Системная технология инженерного проектирования РЭС в дипломировании: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Д. В. Озеркин, В. П. Алексеев. — Томск: ТУСУР, 2012. — 103 с. — Электронный ресурс <https://edu.tusur.ru/publications/2358> (дата обращения: 15.06.2025 г.)

4 Основы теории решения изобретательских задач: Учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / Т. Р. Газизов — 2023. — 108 с. — Электронный ресурс <https://edu.tusur.ru/publications/10507> (дата обращения: 15.06.2025 г.)

5 Горохов, А. В. Основы системного анализа: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] /А. В. Горохов. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 140 с. — Электронный ресурс <https://urait.ru/bcode/492860> (дата обращения: 15.06.2025 г.)

## **Приложение А** (справочное)

### **Пример теста текущего контроля**

---

#### **Системный анализ и методы научно-технического творчества**

#### **ТК-ХХ**

Тест выполняется в формате компьютерного тестирования «Множественный выбор», при этом по каждому вопросу следует выбрать и отметить ОДИН правильный ответ:

1 ТРИЗ расшифровывается как

- а) теория решения интегральных задач
- б) теория решения изобретательских задач
- в) теория решения и закономерностей
- г) теория решения исследовательских заданий.

2 Система – это:

- а) множество элементов;
- б) представление об объекте с точки зрения поставленной цели;
- в) совокупность взаимосвязанных элементов;
- г) объект изучения, описания, проектирования и управления.

3 Элемент системы:

- а) неделим в рамках поставленной задачи;
- б) неделимая часть системы;
- в) основная часть системы;
- г) обязательно имеет связи с другими элементами системы.

4 Проблема:

- а) является следствием потребности;
- б) является следствием желания;
- в) является следствием цели;
- г) появляется при неизвестном алгоритме решения задачи.

5 Цель – это:

- а) вариант удовлетворения желания;
- б) любая альтернатива при принятии решения;
- в) то, что позволит снять проблему;
- г) модель будущего результата.