МГТУ им. Н.Э. Баумана

кафедра ИУ4 «Конструирование и технология производства электронных средств»

**Теория решения изобретательских задач**

***Семинар-практикум***

***Инверсный анализ технических систем (диверсионный анализ)***

Часть 1

Преподаватель: ***Резчикова Елена Викентьевна***

Выполнил Круглов В. С.

Группа ИУ4-83Б

Москва 2025 год

Этап 2. Поиск известных способов создания чрезвычайных ситуаций

и нежелательных эффектов

2.1. Систематизировать информацию по системе. Выполнить рисунок (схему) системы, назвать обозначенные на рисунке элементы, описать их связь в статике и при функционировании. Перечислить системы, с которыми данная система взаимодействует на разных этапах своего жизненного цикла (в том числе окружающую среду и надсистемы, в которые данная система входит). Основные технологические операции и переходы. Отличия реального объекта от его описания в технической документации (чертежи, описание технологического процесса). В чем причины этих отличий? Описать все известные чрезвычайные ситуации и нежелательные эффекты, связанные с системой.

2.2. Построить структурную схему системы. Провести функциональный анализ системы (главная и дополнительные функции, функции основных элементов системы). Какие этапы жизненного цикла, штатные и нештатные ситуации нужно учесть при анализе по мнению заказчика? Провести анализ цепочек нежелательных эффектов. По каждому звену цепочек нежелательных эффектов и структурной схемы рассмотреть возможность прямого снижения идеальности системы путем уменьшения полезных функций (т.е. усилений “недостатков”) и увеличения “вредностей” и факторов расплаты, в том числе введения новых “вредностей” и факторов расплаты.

2.3. Выявить и описать основные количественные и качественные параметры нормально функционирующей системы. Как эти параметры измеряются или определяются? Выявить с помощью оператора числовой оси чрезвычайные ситуации и нежелательные эффекты, которые могут возникнуть при изменениях этих параметров, нарушении нормального функционирования системы. Какие параметры доведены до максимально возможного (верхнего) предела?

2.4. Описать основные принципы работы объекта. Подробно описать процесс работы объекта: что и в какой последовательности делает каждый элемент? Как происходит взаимодействие объекта с элементами надсистемы? Почему каждый элемент устроен и работает именно так? Научное и эмпирическое обоснование принципа действия.

2.5. Рассмотреть известные заказчику “вредности” и “недостатки”, характерные для систем данного или близкого к данной вида, определить возможности их реализации. Какие именно операции и переходы сдерживают и ограничивают выпуск продукции, снижают ее качество?

2.6. Рассмотреть возможные виды вредных воздействий (перечень 1) и условия их реализации.

2.7. Рассмотреть типовые результаты вредных воздействий (перечень 2) и условия их реализации.

Этап 3. Паспортизация и использование ресурсов

3.1. Провести анализ типовых опасных зон системы (перечень 3).

3.2. Рассмотреть ресурсы нежелательных эффектов (перечень 4).

Этап 4. Поиск нежелательных эффектов по информационным фондам

4.1. Рассмотреть физико-химические и иные взаимодействия а) между элементами системы и б) между элементами системы и надсистемой, которые могут привести к нежелательным явлениям. Рассмотреть таблицы и указатели физических, химических, геометрических, психологических и других эффектов, выявить те из них, которые в принципе могли бы быть реализованы в данной системе и дать нежелательные эффекты. Определить условия их реализации.

4.2. Провести анализ ошибок в развитии технической системы (перечень 5).

4.3. Провести анализ типовых причин появления нежелательных эффектов (перечень 6).

Этап 5. Поиск нежелательных эффектов

с помощью методики прогнозирования ТРИЗ

5.1. Рассмотреть возможность ухудшения выполнения полезных функций технической системой (т.е. в направлении усиления “недостатков”, обратном прогрессивному развитию).

5.2. Рассмотреть направления усиления вредных функций (т.е. в направлении увеличения “вредностей”).

Перечень 1

Виды вредных воздействий

(непосредственно или опосредствовано через внешнюю среду

или другие технические системы)

1. Воздействия веществ: механическое (трение, удары, инерционные силы, растворение, диффузия), химическое (разложение, окисление, синтез, нарушение химического равновесия), биологическое (вирусы, бактерии, паразиты, канцерогенное, тератогенное, мутагенное и аллергическое действие на живые организмы).

2. Воздействия полей: механических (гравитация, перепады давления, вибрации и т.д.), тепловых (нагрев, охлаждение, градиенты), электрических, электромагнитных (разного рода излучения, СВЧ, рентгеновские, гамма-излучения).

3. Неумелые действия человека, обусловленные низкой квалификацией, невнимательностью, неудобством выполнения работ с технической системой. Умышленные или случайные повреждения.

4. Информационное воздействие на человека: недостаток или избыток информации, ложность информации.

5. Взаимодействие разных технических систем: аварии, целенаправленное разрушение, системные эффекты при взаимодействиях, действие помех и отходов от одних систем на другие.

Перечень 2

Результаты вредных воздействий

1. На технические системы: отказы, ухудшение функциональных показателей, ухудшение показателей качества, появление не предусмотренных свойств.

2. На природные системы: засорение вредными веществами, обеднение необходимыми, повышение концентрации веществ.

3. На человека. Нарушения: физические (травмы, профзаболевания, ...), психические (депрессия, деформация системы ценностей, ...), эмоциональные (стрессы, дискомфорт, ...), социальные (разрушение связей дружеских, профессиональных, ...), интеллектуальные (нарушение логического мышления, психологическая инерция, снижение творческих способностей, ...).

Перечень 3

Типовые опасные зоны

1. Концентрация потоков веществ, энергий, информации.

2. Элементы ТС, выполняющие большое количество функций.

3. Элементы стыковки разных систем (конструкций).

4. Неразрешенные противоречия, нарушение законов развития ТС.

5. Зоны, в которых наблюдали вредные явления.

Перечень 4

Ресурсы нежелательных эффектов

1. Результаты взаимодействия веществ, полей и потоков энергий.

2. Пространство незанятое или не полностью занятое элементами ТС.

3. Дефекты конструкции, технологии и несоблюдение требований условий применения.

4. Временные: подготовка к функционированию, переходные процессы, функционирование, последствия.

5. Системные: взаимодействие элементов ТС (эмерджентность), несоответствие законам развития ТС.

6. Функциональные: способность выполнять непредусмотренные функции, нарушение законов функционирования.

7. Ресурсы изменения: изменения в ТС и окружающей среде во времени и при функционировании, накопление ресурсов (дефектов).

Перечень 5

Ошибки развития технических систем

1. Преждевременное использование новых элементов и решений, не согласованное с развитием других систем. Нарушение закона повышения согласования.

2. Использование неперспективных элементов, не рассчитанных на эффективную совместную работу (не обеспечивающих полезные или создающих вредные системные эффекты).

3. Использование в ТС подсистем, не обеспеченных необходимыми сопутствующими, дополняющими, контролирующими и корректирующими подсистемами.

4. Неверный выбор направления совершенствования ТС (нарушение закона развития ТС), сохранение “атавизмов”.

Перечень 6

Причины появления нежелательных эффектов

1. Ошибки в принятии решений, связанные с недостатком или ложностью информации, с недостатком знаний о механизмах различных взаимодействий, о переходе количественных изменений в качественные, непонимание системных свойств (эмерджентность), неумение разрешить технические противоречия, несогласование улучшения элементов ТС,...

2. Психофизиологические особенности человека: недооценка опасности, снижение внимания, скорости и точности реакции, отсутствие физической и психологической подготовки, недооценка требований техники безопасности, неумение предвидеть последствия, пренебрежение требованиями эксплуатации...

3. Особенности технических систем: общая низкая надежность, низкая надежность некоторых элементов, постепенное накопление дефектов (снижение надежности), отказ от предохранительных устройств, отсутствие защиты от неправильных действий (защиты от “дурака”) ...

**Самостоятельная работа**

**Формулировка прямой задачи – по теме ВКРБ**

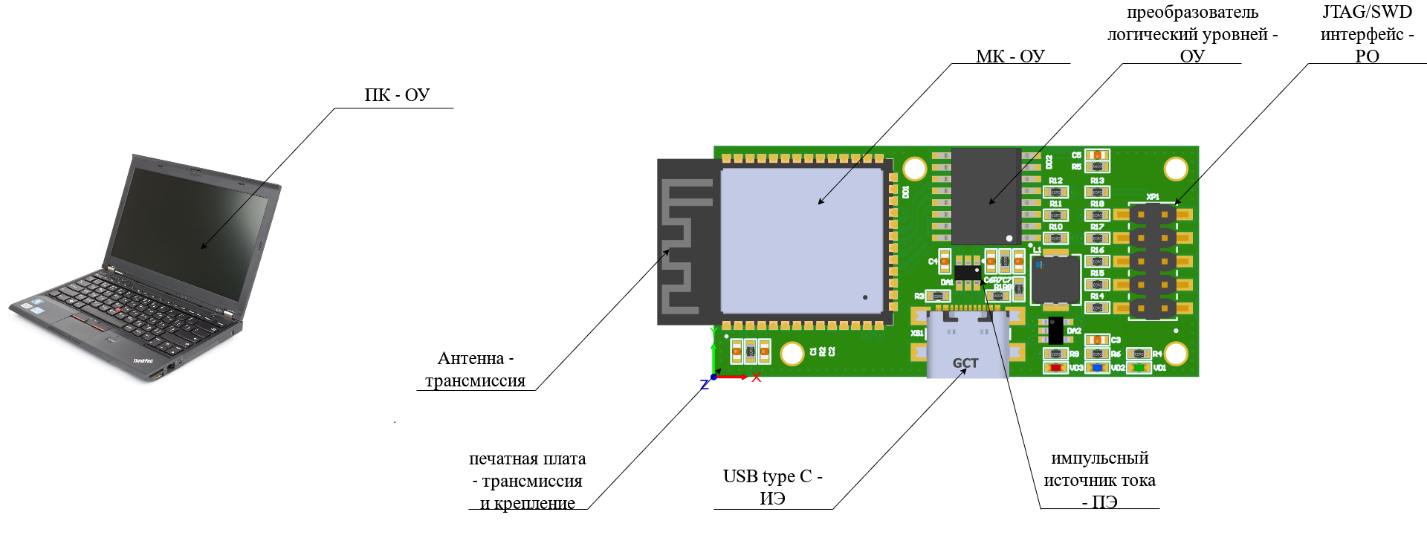
«USB/IP JTAG/SWD программатор». «USB/IP JTAG/SWD программатор» − электрический прибор, который позволяет программировать микроконтроллеры семейства ARM Cortex (например, STM32) по протоколу CMSIS-DAP через SWD/JTAG интерфейс, но с подключением программатора к компьютеру по протоколу USB/IP, что позволяет использовать устройство удалённо через интернет.

**Формулировка обобщенной инверсной задачи – по теме ВКРБ**

«USB/IP JTAG/SWD программатор» предназначен для отладки МК через интернет.

Необходимо создать максимальный уровень шума ЭМ волн вокруг устройства, повысить температуру устройства, увеличить энергопотребление, уменьшить скорость передачи данных между ПК и программатором

**Эскиз или рисунок к задаче**



**Описание позиций к рисунку**

**Элементы подписаны на рисунке**

**ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ЭТАПОВ ИНВЕРСНОГО АНАЛИЗА**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Название этапа** | **Содержание этапа** | **Выполнение этапа по теме ВКРБ** |
| 1 | Формулирование инверсной задачи | Как ухудшить ТС (устройство, процесс)? Необходимо создать максимальное количество НЭ, связанных с рассматриваемой технической системой | «USB/IP JTAG/SWD программатор» предназначен для отладки МК через интернет.  Необходимо создать максимальный уровень шума ЭМ волн вокруг устройства, повысить температуру устройства, увеличить энергопотребление, уменьшить скорость передачи данных между ПК и программатором |
| 2 | Поиск известных способов создания чрезвычайных ситуаций и НЭ | Подробное изучение исходной ТС, в т.ч. проведение ее функционального анализа, выявление НЭ, характерных для систем данного типа, проверка возможностей “реализации” в данной системе “типовых способов оказания вредных воздействий”, а также “типовых результатов вредных воздействий” |  |
| 3 | Паспортизация и использование ресурсов | Изучение типовых “опасных зон” (“болевых точек”, “уязвимых мест”) данной ТС, а также различных ресурсов, способных вызвать НЭ | Перечень 3  Типовые опасные зоны  1. Концентрация потоков веществ, энергий, информации – ESP32 концентрирует всю информацию, индуктор импульсного стабилизатора концентрирует магнитную энергию  2. Элементы ТС, выполняющие большое количество функций – ESP32 передаёт данные на ПК через радиосигнал, а также на МК через выводы и дорожки на плате; печатная плата держит все элементы, коммутирует сигналы и отводит тепло  3. Элементы стыковки разных систем (конструкций) – паяные соединения между дорожками ПП и компонентами  4. Неразрешенные противоречия, нарушение законов развития ТС – неразрешённое противоречие потребления тока и мощности радиосигнала из семинара 5  5. Зоны, в которых наблюдали вредные явления – паразитные наводки от импульсного блока питания на линии передачи данных JTAG/SWD  Перечень 4  Ресурсы нежелательных эффектов  1. Результаты взаимодействия веществ, полей и потоков энергий – поля от импульсного источника тока наводит помехи на линии передачи данных JTAG/SWD  2. Пространство незанятое или не полностью занятое элементами ТС – нижняя сторона ПП не занято компонентами  3. Дефекты конструкции, технологии и несоблюдение требований условий применения – коробление из-за полигонов  4. Временные: подготовка к функционированию, переходные процессы, функционирование, последствия – переходный процесс LC цепочки импульсного стабилизатора, зарядка всех конденсаторов  7. Ресурсы изменения: изменения в ТС и окружающей среде во времени и при функционировании, накопление ресурсов (дефектов) – разбухание печатной платы из-за влаги |
| 4 | Поиск НЭ по информационным фондам | Использование указателей научных эффектов, а также специальных списков типовых ошибок в развитии ТС и типовых причин появления НЭ |  |
| 5 | Поиск НЭ с помощью методики прогнозирования ТРИЗ | Поиск НЭ с помощью методики прогнозирования по двум направлениям: а) “назад”, в направлении ухудшения выполнения полезных функций, б) “вперед”, но в направлении увеличения выполнения вредных функций, факторов расплаты (т.е. к увеличению “вредностей”) |  |