(00:45:00) Так, опять двадцать пять, коллеги, все организационные вопросы либо на (?), либо лучше в переписку отдельно отсюда, через завуча. Константин Елинов, вижу следующий ваш вопрос: «Почему вы говорили, что одна функция, что производительная функция только одна, есть ещё буква P, напротив утилизировать пары растворителя». Да, я как-то не обращал на это внимания, спасибо за замечание, но могу здесь сказать, вот только одно, что фактически да, она не направленна на главный продукт, не направленна на наше изделие, но по формальному признаку производителя влияет следующим образом, что она влияет на конечную характеристику. Да, согласен, здесь вот эта утилизация паров она, необратимым образом, влияет на характеристику итогового процесса и в этом смысле справедливо написано, хотя, да, признаюсь, что я проглядел это в нашем... презентации, в представлении материала. Вторая буква Р здесь может быть написана, как производительная функция, именно исходя из той логики, что утилизация паров, практически их сжигания вместе в котле, есть также обратимое изменение этого результата, производственного процесса, другое дело, что пары испарители, они являются как бы главным продуктом, вспомогательным продуктом, но с точки зрения характеристики операции, да, они под эту операцию, классификацию попадают. Спасибо, Константин Елинов, за это указание, коллеги, да, обратите внимание, что здесь у нас по сути написано две производительных операции. Андрей Нежданов: «Имеется корпус прибора, который нужно улучшить по определённым параметрам, как определять полезные, вредные функции и применять к процессам изготовления или к самому корпусу?». Ну, вот, Андрей Нежданов, очень хороший вопрос, но вроде бы я специально так, усиленно говорил ответ на него, давайте сейчас на вашем примере специально с этим разберёмся. Это две разные системы, корпус прибора задан прежде всего его конструкцией, его последующим употреблением, ну представьте себе, что один и тот же корпус могут изготавливать, ну там, грубо, вручную в какой-то мастерской, просто вытачивать прямо вручную, работники, могут делать на стандартном наборе механообрабатывающего оборудования, там, токарный, фрезерный станок, а может делать станок-автомат, но сам корпус прибора задан с некоторыми требованиями конструкторской документации на этот корпус, потребляется где-то совсем в других системах употребления и потребителю всё равно где и каким образом этот корпус сделался. Поэтому если речь идёт об изменении корпуса, то конечно же это функциональный анализ для продукта и все требования к этому процессу задаются прежде всего заказчиком, потребителем и так дальше. Когда мы говорим о процессе, то мы говорим о процессе изготовления этого корпуса и, прежде всего, в первую очередь, процесс изготовления корпуса волнует предприятие-изготовитель, потому что, понятно, затраты, производительность, задействованные ресурсы и имеющееся оборудование или отсутствующее оборудование и, соответственно, это влияет на такие характеристики предприятия-изготовителя, как производительность, выручка, прибыль и так дальше. И это совершенно другая техническая система, не корпус, потому что выпускать могут 20 типов корпусов и ещё много чего, кроме корпусов. Вы, как только это различение и такую задачу поймёте, у вас по отношению к какой системе стоит задача, вы сразу как бы и получите ответ на ваш вопрос, Андрей Нежданов. Если вы изменяете продукт, то это функциональный анализ продукта и потом у вас эти характеристики продукта, который вы получили выступают в качестве технического задания для предприятия, которое берётся его выпускать, но продукт поскольку уже задан они должны обеспечить именно те требования продукту, которые вы сформулировали, а для предприятия-изготовителя или для подразделения, которое изготавливает ключевыми являются его собственные характеристики, в том числе с точки зрения улучшения, оптимизации, изобретательских решений по тому, как делать что задано, ну вот, собственно, здесь и происходит этот водораздел. Александр Горбунов: «С точки зрения технологии машиностроения внутри операции сушки должны быть переходы, а в таблице в первом столбце опять стоят операции: подогрев, удаление и т.п.». Давайте посмотрим. Внутри операции сушки…Внутри операции сушки… В первом столбце, давайте теперь здесь посмотрим…Я просто не понимаю, не вижу, где операции сушки. Подготовка, нагрев, подача, удаление, переработка, переместить, смешать, сформировать, сжигать, сжигать, нагревать, обогревать, удалять, нагревать сушилку. Нет здесь такой операции – сушки. Я не понимаю вопрос, уважаемый Александр Горбунов, коллега, я не вижу операции сушки. «Внутри операции сушки должны быть переходы, а в таблице опять операции: подогрев, удаление и т.п.»… Дальше вообще не понимаю вопрос: «Стоит ли ввести переход – последовательность переходов будет операция?». Не, вообще не понимаю, что вы этой фразой хотите сказать, вернёмся к определению, операция – это единица, которая дальше не делится, то есть это такой уровень декомпозиции, когда мы можем говорить процесс, под процесс, вот как здесь, например, можно сказать, что это уже выполняются отдельные функции, а единым является сборка технологического процесса и потом мы определяем некоторую операцию, а здесь уже во втором столбце стоят функции, которые выполняются в этой операции, это во второй колонке уже не операции, а функции. Пока не понимаю вопрос. Хорошо, коллеги, Александр Горбунов, вы сможете ещё уточнить, сейчас мы пойдём вперёд. Ну ещё раз, ещё одна попытка, Александр Горбунов, процесс сушки — это операция, смотрите, здесь, в этой таблице нет такого процесса, можно сказать, что сушка, что процесс сушки – это совокупность операций, на которые мы его разбили, я говорил об этом, что компонентный анализ идёт по отношению к процессу, нам задан целиком процесс сушки, как целое, а мы выделяем в нём компоненты, но компонентами являются операции, то есть процесс состоит из операций также как техническая система состоит из компонентов, в смысле функционального анализа продуктов 1 уровня, поэтому это как бы ход туда и обратно, вы сначала берёте процесс как целое, но он у вас никак не декомпозирован, потом вы его декомпозируете на операции, то есть как бы раскладываете на части, а потом вам надо это всё собрать, чтобы это было тождественно опять вот этому целому процессу, такой ход на разложение, на декомпозицию, а потом на сборку. (00:55:00) И поэтому операция – это относительная характеристика, относительна процесса или там, группы процессов, вы декомпозируете, декомпозируете, декомпозируете до того уровня, когда дальше уже перестаёте это делать. Нет абсолютных определений, что считать операцией, потому что это всегда относительно процесса. Вы можете потом взять отдельную операцию назвать её процессом или подпроцессом и декомпозировать её ещё дальше, на более мелкие шаги и, собственно, так часто приходится делать, именно по отношению к каким-то конкретным задачам, когда вы выделили сначала более крупные блоки, а потом один из них, одну операцию, говорите: «Да нет, это же более сложный процесс, давайте смотреть что происходит по шагам, по миллиметрам или в миллисекундах», как происходит там, например процесс взрыва или перемещения или процесс начала мехобработки и так дальше. Услышьте ещё раз, что это относительные характеристики, процесс и операция, относительны декомпозиции, которую вы производите на этапе компонентного анализа. Возможно, да, на определённом этапе придётся какую-то операцию взять и ещё глубже в неё закопаться, вам придётся сказать, что это не операция, а сам по себе более сложный подпроцесс и я должен туда занырнуть, чтобы разобраться. Всё, поехали вперёд, нам нужно успеть ещё всё свернуть, что мы тут нашли. Итак, свёртывание, продолжение результатов, собственно, функционального анализа, в каком-то смысле можно считать, что мы с вами обсуждаем потоковый анализ, как модель технологии работы с функциональным анализом для свёртывания, но там есть свои тонкости. Значит, всё-таки, понимаете, что функциональный анализ - это есть для продукта, а есть для процесса, и функциональный анализ для процесса - это такое объединение функционального анализа и потокового анализа, отдельно на 3 уровне более точно разведём. Так, значит, свёртывание для процессов – это аналитический инструмент для удаления определённых операций из процесса и перераспределения их полезных функций, среди оставшихся операций. Базовая логика свёртывания, та же самая, вспоминайте, коллеги. 1 – свёртывание есть инструмент радикального улучшения технической системы, совпадающее с логикой развития в направлении идеальности. Почему? Потому что свёртывается компонент или операция, в нашем случае, мы удаляем затратную часть, а функционал сохраняется, соответственно, у нас система, грубо, становится дешевле, в знаменателе формулы идеальности, вот, сумма затрат уменьшается, потому что нет компонента и всех затрат, а функционал остался тот же самый. Поэтому, что в логике свёртывания для продукта, что в логике свёртывания для процесса, у нас одна и та же ключевая идея: мы сохраняем и развиваем функционал, а компоненты или операции, в нашем случае, которые выполняли эту функцию, удаляются, за счёт того, что мы перераспределяем эти функции среди других компонентов, среди других операций компонентов, либо выясняем, что по тем или иным причинам данный компонент или операция останутся вообще не нужны. Сейчас более подробно это проиллюстрирую. Итак, собственно это то, что я только что сказал. Важно следующее, вот здесь введена некоторая общая логика определения операций для свёртывания, то есть как выделить среди всей совокупности операций, которые мы получили в этой карте технологической описания функциональной модели технологического процесса, на предыдущем этапе мы с вами это разбирали, как из неё выделять то, что нужно сворачивать, то, что может быть эффективно свёрнуто. Операции для свёртывания могут быть выделены с использованием различных методологий, таких как анализ причинно-следственных цепочек и анализ ценности/стоимости. И всё это берётся из логики функциональной модели, где у нас выделены вредные операции, плохо выполняемые операции и т.д. Также логика свёртывания опирается на типы выполняемых ими функций, данными операциями функций, то есть мы можем определить последовательность до свёртывания исходя из типов операций, которые выполняются, точнее типов функций, которые выполняют данные операции. В первую очередь, свёртывания подлежат наименее важной операцией, вот, снизу, относительная важность выглядит следующим образом: операция с производительной функцией, они максимально важны и сворачиваются по определённой логике, я чуть позже по ней скажу, но поскольку это наибольший функционал, то надо понять, что это наиболее функциональная операция, дальше функциональность падает, потому что после производительность более низкая, функциональность операций вспомогательные, дальше операций с транспортных, потом операций измерительных и, собственно, операций корректирующих. В этой связи наименьший функционал, наименьший функционал, имеют корректирующие функции, вот у нас, в частности, одна из задач, которую решает слушатель, выглядит таким образом: в процессе приготовления некоторого изделия получаются дефекты, для устранения этих дефектов выделен специальный работник, который должен устранять эти дефекты, но в ходе устранения этих дефектов работник вносит новые дефекты в это изделие, то есть он что-то исправляет, а что-то искривляет, что-то делает лучше, а что-то портит, соответственно, вот это пример корректирующей функции и они наименее важны, наименее функциональны и, соответственно, должны быть свёрнуты, а при каком условии может быть свёрнута операция, вот этой корректировки, вот этого исправления дефектов, ну, конечно если мы сфокусируемся на том, что а нашем изделии сразу не было дефектов, тогда нам корректирующая операция не понадобится по определению, но мы чуть позже ещё к этому подойдём. Как только мы определили последовательность операций для свёртывания у нас, сразу же, появляются правила свёртывания ,по принципу аналогичному тому, что вы проходили на 1 уровне, по отношению к свёртыванию продукта, но здесь та же логика скорректирована для типов операций. Вот дальше, собственно, последовательно, шаг за шагом, мы будем представлять вашему вниманию правила свёртывания для операций с разной функцией. Операции с производительной функцией: может быть свёрнута, если объект функции исключается из системы, в нашем случае, если пропадают дефекты в изделии, то операция, это правда корректирующая операция, то нам не нужна никакая операция по исправлению этих дефектов. Если нам не нужна анализируемая функция или анализирующая функция переносится на предыдущую операцию, формальные правила, коллеги, повторюсь, как только соотнесёте с логикой свёртывания, надеюсь вы помните, хотя бы основные идеи свёртывания продуктов, значит, это всё просто конкретизация для нашей конкретной технологической схемы, для логики работы с производственными операциями. Операция может быть свёрнутой, если объекта нет, объект исключён из системы, значит нам не нужна, соответственно, производительная операция. Операция может быть свёрнутой, если не нужна анализируемая функция, ну, например, нам не нужно изгибать стержень, соответственно, эта операция может быть исключена из..., нам не нужен изогнутый стержень, соответственно, мы можем исключить операцию изгиба данного стержня. И, наконец, операция с производительной функцией может быть свёрнута, если она переносится на последующую или предыдущую операцию. Например, изгибание стержня может выполняться на предыдущем этапе или на каком-то последующем этапе. (01:05:00) Правила свёртывания для операций с вспомогательной функцией: здесь логика та же самая, вы увидите сейчас на схеме, значит, операция с вспомогательной функцией может быть свёрнута, если свёрнута функция или операция, которая требует этого обеспечения, то есть нам не нужно обеспечивать, поскольку у нас нет главной функции, её не нужно обеспечивать, соответственно, мы можем свернуть и вспомогательную функцию. Если, тем или иным образом, нам потребуется поддержка выполнения, вот здесь можно вспомнить этот пример с нагревом, если нам не нужно сгибать стержень, то, соответственно, нам не нужно его нагревать, и мы можем свернуть операцию вспомогательную, по нагреву стержня, как только мы откажемся от логики необходимости сгибать этот стержень, например, это будет теперь какая-то сборная конструкция из двух частей, соответственно, у нас пропадает операция и вспомогательная функция по нагреву. И, наконец, может быть, если функция может быть выполнена той операцией, которая раньше поддерживалась, вот, в данной вспомогательной функции, если она сама для себя может выполнить эту операцию. И та же самая общая логика, либо предыдущая, либо последующая операция могут перенести это на поддерживаемую. Операция для транспортной функции могут быть свёрнуты, если: несколько объектов исключаются из системы, то есть нечего транспортировать, если исключаются, то откуда и куда мы транспортируем наш данный компонент, объект функции. Последующие операции изменяются таким образом, что нам не нужна функция транспортировки и анализирующая функция переносится в предыдущую или в последующую операцию. Это конкретные картинки, если у нас, в данном случае, не нужен, удаляется объект, в следующем, если у нас удаляются компоненты, между которыми осуществляется перемещение, то есть у нас нет ни А ни Б, в нашем случае, соответственно, у нас нет транспортирования. Дальше, таким образом, что у нас пропадает необходимость транспортировки при корректировке последующей функции, последующей операции и операция может быть свёрнута, если переносится на предшествующую или последующую операцию. С функциями измерения аналогичная история, функция измерения может быть свёрнута, здесь что важно, мы смотрим с какой функции начинается измерение, зачем нам нужно измерение, если это конечный результат, то операция свёртывается в соответствии с условиями, которые существуют для производительной функции, то есть функция измерения в этом случае приравнивается к производительной функции, для определения правил свёртывания, а, если функция измерения является обеспечивающей, то операция свёртывается в соответствии с условиями, существующими для вспомогательной функции, то есть как бы свёртывание измерительной функции, используем для этого логику предыдущих типов свёртывания в зависимости от того, как мы можем здесь интерпретировать нашу функцию измерения, она может быть рассмотрена, как производительная функция, мы можем туда это отнести, это связано с конечным результатом деятельности, а, если это промежуточное действие, временное, то мы можем свернуть как вспомогательную функцию, то есть по правилам всё равно для вспомогательной функции. Также большой список правил свёртывания для операций с корректирующей функцией и здесь правило А, собственно то, о котором я говорил: операция, которая генерирует дефект, устранена, то есть у нас не в примере, когда мы ставили рабочего, чтобы исправлять первичный дефект, а он вносил вторичные дефекты, понятно, что вот эта операция корректировки может и должна быть свёрнута, а мы должны сфокусироваться на том, чтобы в изделии не появлялось дефектов и это первичный ход, первичная логика на сворачивание корректирующей функции. Теперь, очень важное, что связано с этим: операция, которая генерирует дефект, изменяется таким образом, что она больше не генерирует дефект или она начинает генерировать дефект с другим набором параметров, то есть она перестаёт быть дефектом, опять мы корректируем предыдущие операции; операции, которые повреждены дефектом, изменяются таким образом, что они становятся нечувствительными к нему, то есть опять, дефект перестаёт быть дефектом в силу того, что последующие операции не замечают этот дефект, этот дефект не влияет на итоговое выполнение других операций, либо на итоговые продукты реакции целиком. Корректирующая функция передаётся из этой операции в операцию, вызвавшую дефект и, собственно, корректирующую операцию, вызвавшую дефект, то есть такая самообслуживающаяся корректировка и корректирующая функция переносится на предыдущую или последующую операцию, в общем достаточно большой список, с такими символическими картинками, вы можете их видеть шаг за шагом, для всего того, что я только перечислил, собственно, на этом заканчивается формальный перечень типов свёртывания, коллеги, здесь, по этому поводу больших не будет тестовых вопросов и я хорошо понимаю, что вы вряд ли запомните все эти тонкости , нюансы для такого большого количества информации, типов, вариантов, комбинаций и так дальше. Сейчас вам не нужно это запомнить прямо чтобы запомнить запомнить, чтобы вы могли это оперативно, что называется, ночью разбуди – ответить, как свёртываются транспортные операции или корректирующие, нет такой задачи, мы не строим иллюзий, что вы это запомните, но важно, чтобы вы просто понимали саму логику, мы выявляем функции для свёртывания, по правилам функционально анализа, и свёртываем те или иные операции, по некоторым алгоритмам, когда если вам придётся делать это для своей системы, например в учебной задаче или (?), значит вам нужно посмотреть этот алгоритм, тогда у вас появится реальный материал, на вашем начальном этапе освоение (?) повторюсь, нет необходимости это прямо помнить, вы должны просто знать, что есть для технологических операций свой алгоритм свёртывания, он прописан вот в этих слайдах, вы к нему всегда можете вернуться он вас в целом направит, поддержит, потому что всё равно каждый раз это в силу огромного количества разнообразия операций и процессов, всё равно это будет каждый раз достаточно ответственная, сложная задача, которую вы должны будете решить, надо хорошо понимать ваш технологический процесс, вашу рабочую ситуацию и тогда этот алгоритм сможет вам помочь. В том случае, когда, если кто из вас профессионально займётся этим видом деятельности, например, зайдёт в систему производственных систем, в развитие производственных систем или в целый ряд других процессов, где систематически ведётся работа по оптимизации технологических процессов там да, в эту тему нужно будет капнуть глубже, она в общем очень интересная и перспективная, но сейчас достаточно, чтобы вы понимали базовый принцип, понимали где есть подсказка, вот она в этих сайтах есть, достаточно так сказать подробно расписана, проиллюстрирована, но с другой стороны, всё равно даже вот эти подробности достаточно абстрактно, ровно, потому что реальных технологических процессов и операций очень большое количество и мы в результате не можем прямо на все варианты, или даже на какое-то их разумное количество нарисовать примеров и дать соответствующее объяснение. Это, в особенности, для многообразия вариантов, которые мы сейчас вам представили, достаточно сложная задача, для вас пока, важно чтобы вы знали где есть алгоритм и как только у вас похожие задачи будут, когда вы ими займётесь, оптимизацией технических процессов, чтобы вы знали где это можно взять. (01:15:00) Значит, это наш кейс, мы закончим примером, это функциональная модель, которой мы закончили этап первый блок нашей лекции, где расписывалась логика функционального построения этой модели, значит, как устроена логика свёртывания, как определить какие операции с какого места начинать и т.д. Для этого как раз и существует эта диаграмма, тут я вас прошу быть внимательными потому что на эту тему есть вопросы, диаграмма называется функциональность/стоимость, по одной оси отложена стоимость операции, по другой функциональность, значит всё это определяет экспертно на основании этой таблицы, значит помните что тут справа ещё должен быть значок стоимости, стоимость и соответственно, функциональность определяется по тому алгоритму, который мы с вами обсуждали какое-то количество шагов назад, где выбирали уровень функциональности для ваших классификаций систем, для классификаций выбранных вами функций и операций, вот она находится на этом слайде. Операции для свёртывания выбираются в зависимости от важности выполняемых функций, то есть наиболее высокую важность, функциональность имеют операции с производительной функцией и дальше они снижаются, наименьшую функциональность имеют операции с корректирующей функцией, соответственно, вы так можете посмотреть функциональность ваших операций. Итак, исходя из этих параметров у вас получается возможность работать с таблицей, построить эту диаграмму и исходя из специфического разбиения этого набора ваших операций вы можете выбрать последовательность для проведения свёртывания. Как это делается? Вы наносите условно в эти оси все операции, которые вы выделили, откладывая по осям их стоимость, это то что даётся экспертными или у вас есть данные из экономических отделов, неважно, то есть по одной оси откладываете их стоимость, можно в относительных единицах, можно в абсолютных, можно экспертно, неважно, а функциональность вы откладываете на основе той последовательности снижения уровня функциональной значимости, к которой я вас только что возвращал, на одном из предшествующих слайдах это есть, что максимальную функциональность имеет производительная операция, а минимальную функциональность имеет корректирующая операция, вот у вас получается четыре, сначала вы раскладываете все операции на этих осях, а потом условно делите на четыре квадранта, вот, это пространство делите на четыре квадранта, так, чтобы примерно по половине, примерно посередине было функциональность и примерно посередине была стоимость. Повторюсь, это всё условно, это для качественного определения направлений и способов работы с вашей технической системой, то есть вы сначала наносите условно, потом условно делите, получаете 4 квадранта, вот они пронумерованы, первый, второй, третий, четвёртый, логика обхода из центра по часовой стрелке во вне. Вот четыре номера, на следующем, на этом сайте таблица, вы видите характеристики и рекомендации и описания этих четырёх квадрантов и в том числе рекомендации по использованию свёртывания для этих операций. Квадрант 1: подача воздуха и подготовка топливной смеси, вот вы видите квадрант 1, стратегия работы с этими операциями: эти компоненты являются кандидатами с низким приоритетом для свёртывания, стратегия здесь заключается в улучшении функциональности. То есть свёртывание таких операций не даст очень большого эффекта, задача, условно говоря, сдвинуть операции из квадранта 1 в квадрант 2, то есть при той же самой стоимости поднять их функциональность, то есть направления уже изобретательской работы с операциями, у которых низкая функциональность и низкая стоимость, заключается в том, чтобы двинуться вверх, поднять функциональность этих операций, сохранив их стоимость. Квадрант 2: эти компоненты они имеют и высокую функциональность, и низкую стоимость, соответственно, они имеют высокую обобщенную стоимость и должны быть носителями для функций свёрнутых компонентов. То есть, грубо, это и есть то, когда мы движемся вверх и вы видите по характеристикам, в этом квадранте у нас стоимости невелика, функциональное значение большое и это то куда стоит сдвигать наши характеристика, наших операций, соответственно, а те компоненты, которые здесь нужно делать носителями для функций, свёрнутых в других разделах, в других квадрантах, операций. Квадрант 3: удаление растворителя, переработка растворителя, это компоненты, у которых высокая стоимость, но при этом высокая функциональность, но улучшение этих компонентов может достигнуто, за счёт снижения их стоимости. То есть, в этом смысле, движение из 3 квадранта, есть движение влево, в сторону 2 квадранта, нам нужно, сохраняя эти функции, так модернизировать наши операции, чтобы снизить их стоимость. Квадрант 4: нагрев воздуха, эти компоненты имеют высокую стоимость и низкую функциональность, что делает их приоритетными кандидатами для свёртывания. Вы видите здесь 4 квадрант и наша задача эти функции свернуть, либо полностью убрать, либо перенеся их функции на другие операции, но вы видите, что, нагрев воздуха это везде вредная функция, которая везде связана с большими затратами, соответственно, значит у нас здесь определённая логика работы по логике свёртывания может быть взята из алгоритма. Итак, вот это общая схема, коллеги, и по ней будут вопросы, по логике работы с таблицей и с диаграммой функциональность/стоимость, вы должны понимать из какого квадранта в какой является целесообразное перемещение операций и где, в какую сторону, целесообразно сворачивать, характеристики каких операций развивать. На этот момент я прошу вас обратить внимание. И, собственно, теперь, в оставшиеся несколько минут, мы пройдём работу с нашим кейсом, вот у нас была выстроена компонентная модель, описание функций внизу и, собственно, вот у нас нагрев воздуха в нашей матрице был самый первый кандидат на свёртывание, мы действуем прямо по алгоритму, исходя из того, что выбрано в соответствии с диаграммой функциональность/стоимость, первым кандидатом на свёртывание является нагрев воздуха, но кроме этого мы можем рассмотреть низкофункциональные операции, как подача воздуха и подготовка топливной смеси, то есть это есть в других квадрантах, но это является кандидатами на улучшения, на свёртывание. Соответственно, для операций с вспомогательной функцией может быть свёрнута, если поддерживаемая операция сама выполняет вспомогательную функцию. Для функции «нагрев воздуха» поддерживаемой функцией является «удаление растворителя», то есть вот у нас есть «удаление растворителя», как ключевая операция, «нагрев воздуха» осуществляется для поддержки функции «удаление растворителя». (01:25:00) Мы в частности можем свернуть операцию «нагрев воздуха», если операция «удаление растворителя» сама выполняет функцию нагрева воздуха. Если, «нагрев воздуха» перенесён в эту операцию, пока нет решений, но есть просто формальная сцена. Дальше, по аналогичным правилам, транспортная функция, если мы пересмотрим нашу техническую систему таким образом, что нам не понадобится подача воздуха, то мы эту операцию можем свернуть, обратите внимание, пока нет решения, пока мы формально определяем возможность свёртывания для данной операции. Подача свёртывания может быть выполнена, если операция удаление растворителя не требует подачи воздуха. И, наконец, формально, наша операция для работы с вспомогательной функцией «подготовка топливной смеси» гласит: операция с вспомогательной функцией может быть свёрнута, если операция, «нагрев воздуха» исключена. То есть нам можно не готовить топливную смесь, если у нас нет нагрева воздуха. Мы, пока что, ни одного решения не нашли, но мы формируем функциональный облик новой технической системы, когда у нас нет этих операций. Мы выстроили некоторые, новые требования к нашей новой технической системе, осталось по сути две операции, которые должны выполнять всё, что требовалось раньше, теперь мы построили новую функциональную модель, где у нас нет ничего связанного ни с перемещением воздуха, ни с подачей воздуха в сушке, нам нужно изменить операцию удаление растворителя так, чтобы воздух нагревался непосредственно внутри сушки. Вот теперь мы ставим задачу, к заданной системе. И решение, которое было найдено для данной системы, заключается в том, что функцию нагрева стала выполнять специальная плита, которая покрыта покрытием, которое является каталитическим окислителем. Что происходит? Растворитель испаряется и достигает этого окислителя и здесь проходит его окисления, в результате чего эта плита нагревается до 1000 градусов. То есть пары растворителя напрямую действуют на плиту и нагревают её, формируя тем самым нагрев воздуха и инфракрасные излучения от этой самой пластины. За счёт нагрева воздуха от пластины, происходит нагрев следующей порции испарителя, который поступает по конвейеру и это способствует выходу следующей порции растворителя, в это рабочее пространство, это не вечный двигатель, источником реакции является прежде всего пары растворителя, которые растворились путём нагрева предыдущей порции и мы, сформировав идеальный функциональный портрет решения, мы уже потом нашли техническое решение. То есть, мы, свернув целый ряд операций дальше сформировали функциональный портрет и получили некоторую версию технического решения, потому что у нас здесь пары испарителя обеспечивают выполнение всех нужных функций, которые раньше выполнялись другими техническими системами. Вот, собственно, всё, коллеги, на этом мы заканчиваем этот материал. Повторяю, он достаточно сложный, немножко нудноватый и размытый, по поводу основных материалов – будет тест, в учебной задаче мы оценим, насколько и как, вы корректно сможете смоделировать это по отношению к своей ситуации. Но, а тем из вас кто занимается практической задачей подобного типа, нужно будет очень тщательно построить модель и выбрать типы операций, чтобы не попасть во всё это разнообразие и не заблудиться в этом большом количестве вариантов, свёртывание для разных типов операций, то есть вам надо будет чётко выбрать какие операции, как правило, это везде корректирующие и это самое простое и эффективное средство для свёртывания и для того, чтобы получить достаточно сильный эффект. Ну, вот, собственно, на этом всё, коллеги. Всем удачи, эффективной работы, здоровья и до встречи на семинаре в пятницу.