

методика является достаточно менее трудозатратной и является экономически выгодной по сравнению с СТБ EN 50242-2017, но является ли она достаточно точной и воспроизводимой для определения эксплуатационных характеристик.

По сравнению с методикой СТБ EN 50242-2017 новые методы ИЕС 60436:2015 с дополнениями от 2020 года, наблюдаем что новые методы испытаний достаточно приближены к использованию бытовых посудомоечных машин в быту, так как и в быту и при проведении испытаний, в соответствии с новой методикой, будет использовано достаточное большое количество материалов, а именно: сталь (хирургическая), фарфор, керамика, стекло, пластик, нержавеющей сталь. Из этого может следовать то, что потребители при выборе посудомоечной машины будут уверены в ее задекларированных на энергетической маркировке значениях.

Все эти нововведения, в полной мере скажутся на коэффициентах мойки и сушки, а также на классе энергетической эффективности бытовых посудомоечных машин.

Поэтому стоит задача в определении эффективной методики определения мойки и сушки бытовых посудомоечных машин двух методов испытаний. Вследствие этого будут проведены испытания по двум методам СТБ EN 50242-2017 и ИЕС 60436:2015 с дополнениями от 2020 года на одном испытуемом образце. Исходя из проведенных испытаний будет выявлена зависимость между измеряемыми величинами: времени, потребления энергии, забора воды, потребляемая мощность в режиме с низким потреблением электроэнергии, коэффициентов сушки и мойки бытовых посудомоечных машин и в следствии этого определена наиболее эффективная и менее затратная методика измерений.

В организационном плане необходимо перед проведением испытаний подготовить испытуемый образец, а также приготовить воду, которая будет соответствовать требованиям двух методик. Далее будут проведены испытания на одном испытуемом образце, который будет параллельно работать с эталонной посудомоечной машиной, по СТБ EN 50242-2017 и по ИЕС 60436:2015 с дополнениями от 2020 года с приведением двух протоколов испытаний. Информация, приведенная в протоколе испытаний будет отражать соответствие требованиям наших стандартов (СТБ 2456-2016 «Машины посудомоечные бытовые. Энергетическая эффективность. Требования» и СТБ 2455-2016 «Машины посудомоечные бытовые. Энергетическая эффективность. Маркировка»), показаны измеренные значения эталонной посудомоечной машины, а также необходимые значения, которые потребуются для дальнейшего сравнения с эталонной посудомоечной машиной, все необходимые измеренные значения испытуемого образца, так же будет показан детальный расчет всех параметров, которые вытекают из измеренных значений и присвоен класс энергетической эффективности. Так же по проведению испытаний будет показана загрузка испытуемой посудомоечной машины и эталонной посудомоечной машины в соответствии с методикой СТБ EN 50242-2017 и по ИЕС 60436:2015 с дополнениями от 2020 года, количество предметов, загружаемых в испытуемый образец и эталонную посудомоечную машину, отображено правильность нанесения каждого типа загрязнения на определенный вид посуды либо сервировочного комплекта, указана порционность каждого типа загрязнения в граммах на одну тарелку и на один сервировочный предмет, количество моющего и ополаскивающего средства.

УДК 621.791

ФРАКТАЛЬНО-ПОКООРДИНАТНЫЙ МЕТОД ПЛАНИРОВАНИЯ ВИРТУАЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ДЛЯ ПОИСКА РАЦИОНАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ПРОДУКЦИИ

Серенков П.С., Воронова Т.С., Романчак В.М.

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь*

Ключевым этапом жизненного цикла инновационной продукции является процесс проектирования и разработки, в рамках которого формируется оптимальный комплекс функциональных характеристик. Спецификой данного процесса в первую очередь является изначально низкая информативность объекта разработки и невозможность применения метода аналогов и преедентов. Априорное отсутствие необходимого количества информации соответственно порождает риски не достижения оптимальных характеристик исследу-

емого объекта инноваций, его неготовности к внедрению и практической реализации.

В настоящее время системные исследования с целью разработки инновационных технологий получения материалов со специальными свойствами осуществляются, как правило, методами планирования эксперимента.

Разработка объекта инноваций является, как правило, многофакторной задачей. Количество экспериментов N при реализации, например, классического полнофакторного плана напрямую

зависит от количества выбранных потенциально влияющих факторов n и составляет приблизительно $N = 2^n$. В практике экспериментальных исследований широкое распространение получили методы уменьшения размерности факторного пространства N , применяемые на стадии так называемого предпланирования эксперимента. Наиболее привлекательным в части экономии материально-технических, финансовых, временных ресурсов является экспертный метод априорного ранжирования. Данный метод базируется на классических подходах квалиметрии, и в качестве альтернативы экспериментальным ресурсоемким исследованиям предлагает опрос экспертов. Источником информации в данном случае служит суждение специалиста, которое имеет субъективный характер и, соответственно, обладает не высоким уровнем достоверности.

Комплексные исследования процесса экспертного оценивания позволили сделать вывод: что существующие методы экспертного оценивания обладают рядом критических недостатков, не позволяющих корректно их применять для разработки объектов инноваций. Последние, в свою очередь, порождают риски не достижения оптимальных характеристик исследуемого объекта инноваций, его неготовности к внедрению и практической реализации.

С целью повышения эффективности ресурсоемких экспериментальных исследований нами разработан метод фрактально-покоординатного планирования виртуального эксперимента. Основное назначение метода – повышение эффективности и достоверности получаемых результатов на предварительной стадии исследований экспертными методами.

Ключевым моментом метода фрактально-покоординатного планирования является разработка плана виртуального эксперимента по аналогии с классическим методом симплексного планирования или методом «крутого восхождения». В качестве симплекса (единичного элемента планирования), от реализации которого зависит дальнейший путь экспериментального исследования, в методе фрактально-покоординатного планирования принят фрактал. Фрактал – единичный элемент виртуального планирования, в общем случае структурно представляющий собой план полнофакторного эксперимента типа 2^3 . Фрактал, в котором участвуют номинально три фактора (каждый фактор определен на двух уровнях и соответственно количественно представлен двумя предельными значениями), соответствует методологии функционального моделирования IDEF0, в соответствии с которой технологический процесс с позиций полноты и не избыточности должен быть представлен комплексом из факторов трех категорий «input», «mechanism», «control».

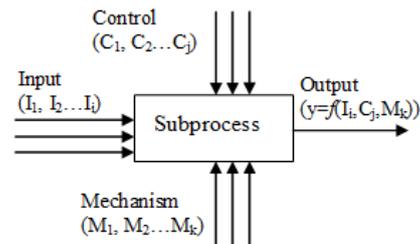


Рисунок 1 – Классификация ресурсов, задействованных в выполнении процесса (в нотации IDEF0)

Первый фрактал формируется следующим образом. Из трех сводных комплексов ранжированных на предыдущем шаге факторов категорий «input» (I_1, I_2, \dots, I_i), «mechanism» (M_1, M_2, \dots, M_j), «control» (C_1, C_2, \dots, C_k) необходимо выбрать по одному наиболее влияющему фактору I_1, M_1, C_1 . С учетом того, что для каждого фактора определены предельные значения $I_1^1, I_1^2, C_1^1, C_1^2, M_1^1, M_1^2$ (уровни варьирования каждого фактора 1 и 2), следует построить план полнофакторного эксперимента типа 2^3 , включающий в общем случае 8 вариантов технологического процесса (рисунок 2). Графически план такого эксперимента можно представить в виде куба, вершины которого представляют собой комбинацию уровней трех факторов $I_1^1, I_1^2, C_1^1, C_1^2, M_1^1, M_1^2$. При этом остальные факторы следует зафиксировать на некотором уровне, например, на первом.

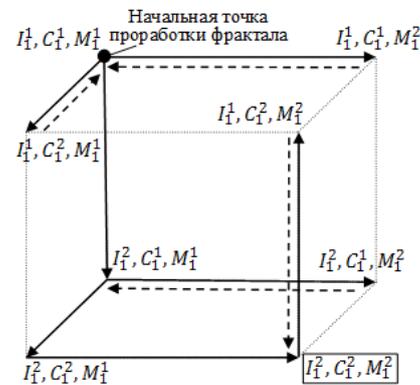


Рисунок 2 – Фрактально-покоординатный план виртуального эксперимента

Сущность виртуального эксперимента в рамках предлагаемого метода в отличие от классического факторного планирования заключается в «покоординатном перемещении к потенциально лучшему варианту технологии» (по аналогии с методом «крутого восхождения»). Реализация виртуального эксперимента заключается в том, что руководитель исследовательской группы задает вопросы эксперту типа: «Вариант технологического процесса (I_1^1, C_1^1, M_1^2) лучше или хуже варианта (I_1^1, C_1^1, M_1^1) для достижения целевого значения?».

Вопросы задаются последовательно, причем последовательность формируется по следующим правилам:

Каждый вопрос формируется таким образом, что сравниваются два варианта технологического процесса, параметры которых представлены двумя соседними вершинами куба (рисунок 2). В этом случае сравниваемые варианты технологического процесса отличаются уровнями только одного из трех факторов, два других фактора остаются неизменными.

Каждый последующий вопрос зависит от того, каков был ответ эксперта на предыдущий вопрос, что соответствует технике планирования эксперимента типа «крутое восхождение». Переход от одного варианта технологического процесса к другому (из одной вершины куба в другую, соседнюю) возможен в случае, если эксперт определит, что последующий вариант лучше предыдущего.

Из начальной вершины (I_1^1, C_1^1, M_1^1) возможны три альтернативных вектора перехода в соседнюю вершину куба:

1. $(I_1^1, C_1^1, M_1^1) \rightarrow (I_1^2, C_1^1, M_1^1)$ – изменяется уровень фактора I_1 («input»),

2. $(I_1^1, C_1^1, M_1^1) \rightarrow (I_1^1, C_1^2, M_1^1)$ – изменяется уровень фактора C_1 («control»),

3. $(I_1^1, C_1^1, M_1^1) \rightarrow (I_1^1, C_1^1, M_1^2)$ – изменяется уровень фактора M_1 («mechanism»).

Руководитель проекта может выбрать любой из трех векторов формирования вопроса эксперту, при условии, что второй вариант лучше первого (I_1^1, C_1^1, M_1^1) .

Каждый последующий переход в рамках фрактала имеет два альтернативных вектора по-

ординатного перемещения. Например, из вершины (I_1^2, C_1^1, M_1^1) возможны переходы:

1. $(I_1^2, C_1^1, M_1^1) \rightarrow (I_1^2, C_1^2, M_1^1)$,

2. $(I_1^2, C_1^1, M_1^1) \rightarrow (I_1^2, C_1^1, M_1^2)$.

Выбор руководителем проекта вектора перехода аналогичен первому этапу виртуального эксперимента в рамках фрактала. Если же эксперт затрудняется ответить на вопрос, лучше или хуже последующий вариант технологического процесса по сравнению с предыдущим для достижения целевого значения, то можно «подойти» к данной вершине куба по другому, альтернативному пути. Если эксперт по-прежнему затрудняется ответить на вопрос о преимуществе оцениваемого варианта технологического процесса, представленного в данной вершине куба, по сравнению с предыдущим, то в этих двух точках плана эксперимента необходимо поставить физический эксперимент и количественно определить какой вариант лучше.

Последовательность вопросов в рамках фрактала можно интерпретировать как пространственную непрерывную ломаную линию по ребрам куба. «Движение» по этой линии и есть реализация техники покоординатного спуска (рисунок 2).

Результатом проработки первого фрактала как последовательности вопросов экспертам является наилучшая комбинация уровней факторов первого ранга I_1^i, M_1^j, C_1^k , которая в наибольшей мере обеспечивает, по мнению экспертов группы, достижение целевого значения.

Второй (факторы I_2^i, M_2^j, C_2^k) и последующие фракталы последовательно формируются аналогично до тех пор, пока не будет проработана вся совокупность выявленных факторов (рисунок 1).

УДК 621.791

ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА НА ОСНОВЕ КЛАССИФИКАЦИИ ВИДОВ ЭНДОПРОТЕЗОВ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА И ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ К НИМ

Серенков П.С., Герасимчик Е.Е.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Компания «АЛТИМЕД» уже более 10 лет производит эндопротезы тазобедренного сустава – цементные и безцементные, имплантаты остеосинтеза, а также инструмент для их постановки. В настоящее время ЗАО «АЛТИМЕД» является крупнейшим и единственным производителем медицинских имплантатов в республике Беларусь. Продукция компании ЗАО «АЛТИМЕД» получила широкое применение в больницах Беларуси, России и Казахстана.

Тазобедренный сустав считается самым крупным сочленением костей человеческого организма. Нагрузки, которые ему приходится испытывать в процессе жизнедеятельности очень

большие. На сегодняшний день при операции по замене тазобедренного сустава существует около 60 различных типов конструкций эндопротезов тазобедренных суставов. Обычно протез состоит из ножки, головки, чашки и вкладыша. Каждый из этих компонентов имеет свой размерный ряд. Что в свою очередь еще больше увеличивает номенклатуру изготавливаемых изделий на предприятии.

При всем таком многообразии видов и конструкции протезов остро стоит вопрос по обеспечению качества изготавливаемой продукции, определения и проведения необходимых испытаний. Для этого необходима систематизировать