ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТОВ СТАНДАРТИЗАЦИИ. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ШИРОКОГО ВНЕДРЕНИЯ. НАПРАВЛЕНИЯ РАБОТ И УНИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ И ДОКУМЕНТОВ

РД 50-216—80

ГОСТ ОТМЕНЕН с 01.01.88 ИУС 10-87, с. 10.
Утратил силу.

Москва
ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ
1981

gost.e-ecolog.ru

РАЗРАБОТАНЫ Всесоюзным научно-исследовательским институтом стандартизации (ВНИИС)

Директор **А. В. Гличев**
Зам. директора **В. Н. Брюнин**
Руководитель темы **В. В. Ткаченко**
Зам. руководителя темы **Д. М. Комаров**

Ответственные исполнители

Н. Д. Алексеева, Г. С. Табакова

Исполнители

Н. И. Горшкова, Е. В. Извеков, С. А. Клявина, Г. В. Литманс, А. В. Матвеев, В. А. Певзнер, М. Л. Сыроватко

ВНЕСЕНЫ Техническим управлением Государственного комитета СССР по стандартам

Начальник Технического управления **Б. Н. Лямин**

УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 30 сентября 1980 г. № 4952

РУКОВОДЯЩИЙ НОРМАТИВНЫЙ ДОКУМЕНТ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Количественные методы оптимизации параметров объектов стандартизации. Основные положения по обеспечению широкого внедрения. Направления работ и унификация методов и документов

РД 50-216—80

Введены впервые

Утверждены Постановлением Госстандарта от 30 сентября 1980 г. № 4952, срок действия установлен с 1 июля 1981 г. до 1 июля 1986 г.

Методические указания распространяются на количественные методы оптимизации параметров объектов стандартизации и входят в группу «Общие положения» комплекса нормативно-технических и методических документов «Количественные методы оптимизации параметров объектов стандартизации».

Методические указания устанавливают направление работ по обеспечению широкого внедрения совершенных методов оптимизации, а также устанавливают основы обеспечения технологичности оптимизации путем регламентации сферы действия системы оптимизации параметров объектов стандартизации (СОПС), унификации ее состава, структуры и комплекса документов, унификации методов оптимизации параметров объектов стандартизации (ПОС), а также унификации процесса разработки этих методов.

Методические указания предназначены для специалистов, разрабатывающих СОПС, и могут быть использованы при разработке отдельных методов оптимизации ПОС.

Методические указания разработаны на основе опыта использования количественных методов оптимизации, действующих документов СОПС, в частности, ГОСТ 18.001—76, ГОСТ 18.101—76, ГОСТ 18.401—77, РДМУ 118—78, РДМУ 119—78, на основе опыта разработки ЕСТПП, КС УКП и других систем, базирующихся на стандартизации.

1. НАПРАВЛЕНИЕ РАБОТ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ШИРОКОГО ВНЕДРЕНИЯ БОЛЕЕ СОВЕРШЕННЫХ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТОВ СТАНДАРТИЗАЦИИ

1.1. Основная научно-методическая проблема теории стандартизации и управления качеством состоит в разработке совершенных методов определения таких требований к объектам стандартиза-

© Издательство стандартов, 1981

ции, при которых достигается наилучшее сочетание между эффектами и затратами, определяемое с позиций обоснованных социальных, экономических и технических целей, с учетом действующих ограничений (условий), а также с учетом предстоящих изменений во времени.

Значения параметров, удовлетворяющих указанным условиям, называются оптимальными, а соответствующие процедуры их определения — оптимизацией (по ГОСТ 18.001—76) [9].

1.2. Возросшие темпы научно-технического прогресса, углубление специализации и кооперирования производства настоятельно диктуют необходимость широкого внедрения более совершенных количественных методов оптимизации в отраслях народного хозяйства. Степень совершенства используемых методов оптимизации является важнейшим показателем научно-технического прогресса и потенциала страны (отрасли).

1.3. Методы оптимизации ПОС должны использоваться на всех стадиях жизненного цикла объекта и на всех стадиях разработки стандартов.

1.4. Научная и техническая база для широкого и эффективного внедрения методов оптимизации ПОС в отраслях народного хозяйства включает:

опыт разработки продукции, технологических процессов, их стандартизации и унификации (справочное приложение 1);

теорию оптимального управления, исследования операций, принятия решений и теорию систем;

общие технические дисциплины и теорию проектирования различных объектов стандартизации;

методы планирования, проведения и обработки данных экспериментов;

широкую сеть ЭВМ с соответствующими средствами математического обеспечения и устройства для экспериментальной оптимизации.

1.5. В результате широкого и эффективного внедрения более совершенных методов оптимизации по сравнению с методами, применяемыми в настоящее время, обеспечивается повышение качества продукции и эффективности производства за счет приближения значений параметров объектов стандартизации к их оптимальным значениям, в частности, за счет:

повышения научно-технического уровня стандартов и технических условий;

ускорения и удешевления разработки новых объектов;

совершенствования научной и нормативно-технической базы для оценки качества и аттестации продукции;

создания перспективной научно-методической и нормативно-технической базы для проведения опережающей и комплексной стандартизации;

создания методической базы для совершенствования основ ценообразования и стимулирования повышения качества продукции.

1.6. В настоящее время совершенные количественные методы оптимизации еще недостаточно используются как практический инструмент народнохозяйственной деятельности, хотя часть из этих методов известна давно и некоторые из них изучаются в вузах и нередко успешно используются на практике. Это объясняется главным образом тем, что они не обладают необходимой технологичностью [9] (справочное приложение 2).

Нетехнологичность методов оптимизации ПОС обусловлена:

трудностями составления математических моделей оптимизации, требующих лишь доступную входную информацию и учитывающих все существенные особенности и изменения во времени факторов, определяющих оптимальные значения ПОС;

трудностями получения входной информации и трудностями оптимизации в условиях неопределенности, в частности, трудностями учета в математических моделях оптимизации неполной и нечеткой информации*;

большим разнообразием условий и назначений оптимизации, видов объектов оптимизации и связанным с этим большим числом разнообразных методов, которые необходимо использовать;

трудностями проверки применимости выбранного метода оптимизации к решению данных конкретных задач путем оценки качества результатов и технологичности методов оптимизации;

необходимостью сочетания при составлении зависимостей математических моделей оптимизации технических, сельскохозяйственных, экономических и других наук, а также необходимостью учета психологических и социальных факторов, опыта разработки и эксплуатации (применения) объектов стандартизации и связанной с этим сложностью координации работ и подготовки кадров;

существующей практикой изолированного рассмотрения отдельных методов оптимизации, отсутствием достаточных рекомендаций по рациональному выбору и рациональному сочетанию разных теоретических методов оптимизации между собой и с экспериментальными методами в зависимости от особенностей конкретной задачи;

отсутствием до последнего времени попыток обобщения опыта разработки и применения разнообразных методов оптимизации.

1.7. Для преодоления указанных выше трудностей и обеспечения широкого внедрения более совершенных методов оптимизации ПОС необходимо создать систему оптимизации параметров объектов стандартизации (СОПС), включающую совокупность методов оптимизации ПОС, комплекс нормативно-технических и методических документов «Количественные методы оптимизации параметров объектов стандартизации», устанавливающий эти методы, технические средства и службы.

1.8. Для эффективного функционирования системы оптимиза-

---

* Опытный специалист интуитивно часто с успехом использует такую информацию.

ции целесообразно создать ее в составе СОПС Госстандарта и СОПС отраслей (предприятий и объединений).

1.8.1. СОПС Госстандарта создается с целью методического обеспечения и стимулирования создания СОПС в отраслях народного хозяйства и имеет функции:

служить научно-методической и учебной базой для разработки и использования отраслевых СОПС;

обеспечивать выполнение НИР, проверку и корректировку разрабатываемых институтами Госстандарта методических и нормативно-технических документов по оптимизации ПОС;

осуществлять экспертизу отдельных отраслевых документов по оптимизации.

В состав СОПС Госстандарта входят:

методическая база СОПС Госстандарта (во ВНИИС);

методическая база СОПС Госстандарта по оптимизации производственных и технологических процессов (во ВНИИНМАШ и ГФ ВНИИНМАШ);

методическая база СОПС Госстандарта по машиностроению (во ВНИИНМАШ);

автоматизированная система обоснования требований стандартов на базе сопоставительного анализа данных фонда стандартов (в ГИВЦ).

Методическая база СОПС Госстандарта должна содержать межотраслевые пособия, стандарты, методические указания, методики, инструкции, алгоритмы и программы вычисления на ЭВМ.

1.8.2. СОПС отраслей (объединений и предприятий) создается с целью повышения качества объектов стандартизации, в частности, путем повышения научно-технического уровня стандартов и технических условий, за счет приближения значений параметров этих объектов к оптимальным и имеет функции:

оптимизации конкретных объектов стандартизации в соответствии со специализацией отрасли (предприятий и объединений) на всех стадиях жизненного цикла объектов стандартизации;

обеспечения комплексности и опережаемости стандартизации.

СОПС отраслей (объединений и предприятий) должна включать:

совокупность отраслевых пособий, методик и базовых математических моделей для оптимизации объектов стандартизации в отрасли;

совокупность рабочих методик, алгоритмов, программ и банка входных данных для оптимизации конкретных объектов;

совокупность экспериментальных установок, ЭВМ или машинного времени для оптимизации параметров объектов.

1.9. СОПС осуществляет научно-методическое, организационно-методическое и материально-техническое обеспечение работ по оптимизации ПОС и производит оптимизацию параметров конкретных объектов

1.9.1. Научно-методическое обеспечение заключается главным образом в придании свойств технологичности методам оптимизации при удовлетворении требований к качеству результатов оптимизации путем их унификации и унификации процесса разработки и обновления этих методов, а также путем разработки соответствующего унифицированного комплекса нормативно-технических и методических документов (справочное приложение 2).

1.9.2. Организационно-методическое обеспечение включает распределение функций по разработке, обновлению и функционированию СОПС между исполнителями, установление ее связи с системами управления качеством и повышения эффективности производства, организацию процесса подготовки и повышения квалификации специалистов по созданию и использованию СОПС, организацию связи СОПС с различными АСУ.

1.9.2.1. Для обеспечения СОПС достоверными входными данными необходимо организовать ее взаимодействие с АСУП, ОАСУ, САПР и другими АСУ. В свою очередь СОПС должна выдавать другим АСУ оптимизированные значения ПОС. В случае использования связанных математических моделей СОПС должна, кроме того, выдавать некоторые другие данные (например, объем производства, цену), необходимые для управления качеством и эффективностью производства.

1.9.3. Материально-техническое обеспечение базируется на использовании ЭВМ, входящих в АСУП, ОАСУ и ГИВЦ Госстандарта, и на используемых в настоящее время технических устройствах (стендах, приборах) для испытаний продукции. При этом работы по экспериментальной оптимизации могут проводиться на предприятиях, разрабатывающих и производящих продукцию, а также на испытательных станциях и полигонах.

1.10. Основное внимание на первых этапах разработки и применения СОПС следует уделить научно-методическому обеспечению работ по оптимизации ПОС, а также подготовке и повышению квалификации кадров. Требования к организационно-методическому и материально-техническому обеспечению работ в значительной степени предопределяются научно-методическим обеспечением работ по оптимизации ПОС.

1.11. Продолжительность разработки, качество и эффективность функционирования СОПС решающим образом зависят от системы подготовки и повышения квалификации специалистов. В настоящее время как в общетехнических курсах втузов (сопротивление материалов, детали машин, теория машин и механизмов и др.), так и в специальных курсах по проектированию конкретной продукции содержится богатый материал для разработки моделей оптимизации ПОС. Необходимо научить использовать этот материал для разработки математических моделей оптимизации, основную часть зависимостей которых должны составлять связи между параметрами объектов. Подготовку специалистов по разработке СОПС необходимо вести по следующим профилям:

система оптимизации параметров объектов стандартизации;
экспериментальные методы оптимизации;
разработка математических моделей СОПС;
оптимизация ПОС на основе рабочих моделей.

Для подготовки по первым двум профилям должны привлекаться преимущественно конструкторы, технологи и стандартизаторы, являющиеся специалистами по оптимизируемым объектам. Для подготовки по третьему и четвертому профилям должны привлекаться инженеры (конструкторы, технологи и стандартизаторы), способные к теоретическим исследованиям и имеющие достаточную математическую подготовку.

2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ПО УНИФИКАЦИИ В СОПС

2.1. Основными объектами унификации в СОПС являются теоретические и экспериментальные методы оптимизации ПОС, регламентирующий их комплекс методических и нормативно-технических документов «Количественные методы оптимизации параметров объектов стандартизации», а также устройства для экспериментальной оптимизации.

В результате унификации в СОПС получаются рационально организованные взаимосвязанные системы методов и документов, отвечающие единым требованиям и обеспечивающие рациональное проведение оптимизации ПОС.

2.2. Под унификацией методов оптимизации ПОС в СОПС понимается установление из множества возможных методов (элементов методов) их рационального разнообразия в обоснованной сфере ее распространения. Сфера распространения унификации определяется совокупностью унифицируемых методов, областями их применимости и совокупностью условий оптимизации*.

Унификация методов оптимизации ПОС включает также установление рациональной структуры совокупности этих методов.

Элементами методов оптимизации являются вычислительные, логические и экспериментальные процедуры, выполняемые для определения оптимальных значений параметров оптимизируемых объектов. Вычислительные процедуры в задачах оптимизации ПОС совпадают с вычислительными процедурами других задач оптимизации (например, задач оптимизации уникальных объектов, ряда задач управления производством, не связанных с оптимизацией ПОС, и др). Поэтому элементы методов оптимизации ПОС, связанные с вычислительными процедурами, унифицируются в более широкой сфере, чем СОПС.

2.3. Унификация методов оптимизации ПОС по своему назначению, путям осуществления и влиянию на эффективность производства (деятельности) имеет много общего с унификацией в машиностроении и других областях. Это позволяет при унификации

* Другие характеристики сферы распространения унификации в СОПС даны в п. 4.3 настоящих МУ.

методов оптимизации использовать опыт, накопленный в этих областях (справочное приложение 1).

2.4. Основной целью унификации методов оптимизации ПОС является обеспечение широкого внедрения более совершенных методов оптимизации за счет повышения их технологичности и качества получаемых результатов. При достижении этой цели путем унификации обеспечивается более полное решение следующих задач:

повышения точности, полноты, детализации и своевременности оптимизации, в частности, повышения комплексности и опережаемости оптимизации;

обеспечения возможности оптимизации в условиях неопределенности;

расширения области применения более совершенных методов оптимизации;

обеспечения рационального сочетания различных методов при оптимизации, предназначенной для выполнения всех основных функций управления качеством и стандартизации, в частности, для осуществления рациональной преемственности методов оптимизации на различных стадиях управления качеством и стандартизации. Сущность такой преемственности заключается в том, что разрабатываемые и применяемые на предыдущих стадиях методы оптимизации и полученные по ним результаты используются для упрощения оптимизации на последующих стадиях;

специализации исполнителей и координации их деятельности при разработке и внедрении СОПС в народное хозяйство;

уменьшения расхода времени и средств на создание системы оптимизации, на совершенствование системы оптимизации в процессе научно-технического прогресса (на адаптацию системы) и на осуществление оптимизации конкретных объектов.

2.5. Под унификацией комплекса нормативно-технических и методических документов СОПС понимается установление рационального разнообразия документов этого комплекса, т. е. установление рационального их числа и разновидностей. Унификация комплекса документов СОПС включает установление его рациональной структуры.

Разновидности документов образуются вследствие необходимости использовать различные их категории (государственный стандарт, отраслевой стандарт, стандарт предприятия, методические указания, методика и др.) и вследствие различия регламентируемых ими методов и элементов методов оптимизации.

2.6. Основными целями унификации документов СОПС являются:

обеспечение внедрения СОПС и решение задач унификации, указанных в п. 2.4 настоящих МУ;

повышение адаптивности документов СОПС к научно-техническому прогрессу.

3. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ УНИФИКАЦИИ. ЭФФЕКТИВНОСТЬ УНИФИКАЦИИ

3.1. Классификация теоретических методов оптимизации ПОС [9] содержит набор вариантов методов оптимизации ПОС и их элементов, который является исходным для унификации. Задача унификации состоит в выборе из этого набора целесообразных вариантов методов и их элементов для создания унифицированной системы методов оптимизации ПОС.

3.2. Унификацию методов и документов СОПС, а также повышение ее уровня и эффективности следует осуществлять следующими путями:

выбором целесообразной сферы распространения унификации в СОПС;

приданием совокупностям методов и документов СОПС рациональной иерархической структуры;

унификацией процесса построения математических моделей оптимизации ПОС.

Для дальнейшего повышения уровня и эффективности унификации методов оптимизации следует, кроме того, использовать специальные математические схемы моделей (агрегаты, агрегатные системы) [4]. Для построения и использования таких схем моделей, являющихся особым видом универсальных моделей, требуется более высокая квалификация сотрудников, разрабатывающих и использующих методы оптимизации ПОС. Кроме того, такие модели трудно интерпретировать, что затрудняет выбор метода для решения конкретных задач. Поэтому этот путь унификации следует использовать на более поздних этапах создания СОПС.

3.2.1. Не всякое повышение единообразия ведет к повышению эффективности унификации. При чрезмерном повышении единообразия эффективность унификации может снизиться, поскольку такое повышение приводит к усложнению методов и документов, затрудняющему решение конкретных задач. При низком уровне единообразия не используются все возможности унификации, и ее эффективность низкая. Оптимальным является уровень единообразия, обеспечивающий максимальную эффективность унификации.

3.3. Для нахождения оптимального уровня унификации в СОПС требуется знание зависимости показателя уровня унификации от затрат на унификацию и зависимости эффектов от уровня унификации. Получение таких зависимостей затруднено, так как связано с необходимостью определения и соизмерения большого числа разнообразных параметров. Например, трудно определить эффекты и затраты, связанные с унификацией, достигнутой путем расширения сферы распространения унификации, и соизмерить их с эффектами и затратами от унификации обозначений. Поэтому вычисление оптимального уровня унификации, как правило, невозможно. Однако понятие оптимального уровня унификации следует использовать для принятия решений по уровню унификации в СОПС. В

процессе функционирования СОПС уровень унификации в ней будет постепенно приближаться к оптимальному.

3.4. При установлении уровня унификации в СОПС с учетом многоцелевого назначения унификации для нахождения целесообразного компромисса между степенями достижения разных целей полезно использовать понятие эффективного уровня унификации — уровня унификации, изменение которого хотя и обеспечивает повышение степени достижения одной или нескольких целей унификации, одновременно приводит к снижению степени достижения другой цели (целей). Так, например, легко представить себе уровень унификации метода, при повышении которого уменьшается число разнообразных процедур метода, но при этом снижается точность оптимизации, или такое повышение уровня унификации, при котором повышается точность оптимизации, но уменьшается сфера применимости данного метода. Такой уровень унификации может считаться эффективным. При этом остается без ответа вопрос, является ли этот уровень оптимальным, т. е. таким, что его изменение (увеличение или уменьшение) приводит к снижению эффективности унификации.

3.5. В некоторых случаях, например, для приближенного сравнения уровней унификации близких совокупностей методов оптимизации ПОС, допускается оценивать уровень унификации через величины показателей унификации, в частности через коэффициент повторяемости K, определяемый аналогично коэффициенту повторяемости для изделий в машиностроении,

$$K = \frac{N_у}{N_у + N_{ор}}, \qquad (1)$$

где $N_у$ — общее число унифицированных элементов в методах рассматриваемой группы;

$N_{ор}$ — общее число оригинальных элементов в методах рассматриваемой группы.

3.5.1. $N_у$, в свою очередь, определяется по формуле

$$N_у = \sum_{i=1}^{n} N_{у_i}, \qquad (2)$$

где $N_{у_i}$ — число унифицированных элементов вида i в методах рассматриваемой группы;

n — число различных видов унифицированных элементов в методах рассматриваемой группы.

3.5.2. Для учета влияния унификации не только на процесс разработки методов, но и на процесс их использования следует рассматривать как число унифицированных элементов вида i в группе оцениваемых методов, так и число расчетов при решении задач по j-му методу.

В этом случае в формуле (2) следует считать

$$N_{у_i} = \sum_{j=1}^{M} m_j N_{ij}, \qquad (3)$$

где M — число методов в рассматриваемой группе;

m_j — число расчетов по j-му методу;

N_{ij} — число унифицированных элементов вида i, входящих в j-й метод (кратность вхождения элемента вида i в j-й метод).

3.5.3. Элементы методов имеют различную трудоемкость. Чтобы учесть трудоемкость унифицируемых элементов методов, следует вместо N_y пользоваться приведенным числом

$$N_{y.пр} = \sum_{i=1}^{n} N_{y_i} a_i, \qquad (4)$$

где a_i — коэффициент трудоемкости при разработке и (или) использовании i-го элемента методов.

3.6. Оценка и учет разнообразия элементов методов, приведенных в формулах (1) — (4), не могут являться достаточными для суждения об оптимальности уровня унификации ПОС, так как в действительности одному и тому же значению показателя унификации могут соответствовать разные значения эффективности унификации. Для такого суждения следует установить зависимости показателей унификации от эффектов вследствие унификации и затрат на унификацию.

3.7. При определении уровня унификации методов оптимизации ПОС необходимо учесть следующие отличия методов оптимизации, как объекта унификации, от изделий:

метод не расходуется и не расходует свой ресурс при применении, а изделия, как известно, расходуются или расходуют свой ресурс. Поэтому затраты на разработку методов оптимизации не зависят от числа оптимизируемых по ним объектов, разнообразия назначений и условий оптимизации, а затраты на разработку и производство изделий существенно возрастают по мере расширения области их применения ввиду необходимости увеличения объема производства;

оптимизация с использованием уже созданной более универсальной модели часто не связана с существенным увеличением затрат. Использование же более универсальных изделий, как правило, вызывает существенное снижение используемых капитальных вложений и часто ведет к увеличению расхода энергии, материалов, трудозатрат при эксплуатации и снижению качества функционирования изделия;

существует возможность использовать математические модели, исходную информацию и результаты оптимизации, полученные на более ранних стадиях оптимизации объекта, для упрощения оптимизации на более поздних этапах его жизненного цикла в то время, как при совершенствовании опытного образца изделия требуется изготовление новых образцов.

4. СФЕРА РАСПРОСТРАНЕНИЯ УНИФИКАЦИИ В СОПС

4.1. Для определения сферы распространения унификации в СОПС следует определить сферу распространения СОПС и уточ-

нить, какие из методов определения ПОС должны входить в СОПС и считаться методами оптимизации. Для этого следует уточнить, в каком смысле используется термин «оптимизация» в СОПС.

4.1.1. В экономических, технических и других прикладных науках оптимизация должна пониматься и, как правило, понимается шире, чем в математике [5; 9].

В математике под оптимизацией понимается вычисление таких параметров, при которых достигается экстремальное значение целевой функции при соблюдении ограничений. Целевая функция и ограничения часто понимаются как заданные, не зависящие от производящего оптимизацию.

В прикладных науках под оптимизацией понимаются любые вычислительные, логические и экспериментальные процедуры определения такой номенклатуры и значений параметров, при которых наилучшим образом удовлетворяются потребности населения и всего народного хозяйства или достигаются другие обоснованные цели с учетом ограничений, а также с учетом предстоящих изменений во времени этих целей и ограничений.

Из такого определения оптимизации следует, что, во-первых, использование вычислительной процедуры поиска экстремума целевой функции для метода оптимизации не является обязательным, во-вторых, исследователь при применении методов оптимизации должен обосновать сделанный им выбор целевой функции и ограничений. При этом решающее влияние часто оказывает специфическое ограничение — недоступность информации, необходимой для использования определенного метода. Вследствие этого ограничения часто целесообразно или необходимо пользоваться менее строгими и менее точными методами.

Основное внимание в методах оптимизации в прикладных науках уделяется не вычислительным процедурам, а процессу составления (выбора) математической или создания физической модели оптимизации и получения входных данных, а также оценке точности, полноты и детализации окончательного результата оптимизации.

В стандартизации к указанному широкому пониманию термина «оптимизация» обязывает также толкование термина «стандартизация» в ГОСТ 1.0—68 (пп. 1.1, 1.3, 2.1) и новое определение этого термина ИСО [14]. Аналогично понимается «оптимизация» в комплексе нормативно-технических и методических документов «Количественные методы оптимизации параметров объектов стандартизации» [9].

4.1.2. Методы нахождения наилучших решений, которые в математике не считаются методами оптимизации, в тех случаях, когда следует подчеркнуть, что процедуры поиска экстремума целевой функции не используются, называют методами обоснования независимо от точности, полноты и детализации решения задачи. Эти методы называются также методами нахождения удовлетворительного решения [9; 10].

Так как точность решения зависит от адекватности используемых математических моделей оптимизируемому объекту, целям и условиям оптимизации и от точности входных данных, то точность решений, получаемых методами обоснования, может быть выше, чем при использовании методов оптимизации в математическом смысле.

4.1.3. Целесообразность включения методов оптимизации в математическом смысле, методов обоснования и наиболее совершенных количественных методов теории принятия решений [9] в одну систему оптимизации ПОС объясняется следующими обстоятельствами:

для обеспечения широкого внедрения количественных методов оптимизации необходимо все перечисленные виды методов применять в сочетании. Характер этого сочетания в начальный период оптимизации неизвестен и выявляется только в процессе решения конкретной задачи, в частности, в процессе уточнения математической модели оптимизации может оказаться целесообразным переход от метода обоснования к методам оптимизации в математическом смысле и наоборот;

различие между понятиями «оптимизация в математическом смысле» и «обоснование» ПОС, как правило, нечеткое [9]. Нет также существенного различия в качестве результатов оптимизации;

недоступность исходной информации часто является реально действующим ограничением, которое не позволяет использовать более строгие методы. Поэтому рациональное использование методов обоснования или методов теории принятия решений при соответствующих условиях логично считать оптимизацией.

4.1.4. Значительная часть методов оптимизации, к которым относятся менее строгие методы теории принятия решений, методы оптимизации, основанные на навыках и традиционных правилах поведения, и неформализованные логические методы, которые базируются на достижениях науки, не являются объектом регламентации СОПС, но используются при оптимизации ПОС.

4.2. Рациональный выбор сферы распространения унификации СОПС существенно влияет на уровень и эффективность унификации, трудоемкость разработки системы и эффект от ее функционирования.

4.3. Основными аспектами сферы распространения унификации в СОПС являются:

совокупность методов и документов СОПС;

совокупность объектов, оптимизируемых методами, регламентируемыми СОПС (совокупность видов продукции, требований стандартов и т. д.);

совокупность условий оптимизации;

совокупность функций управления качеством, для которых производится оптимизация;

сфера административного управления, на которую распространяется система оптимизации.

Ввиду постоянно осуществляемых доработок и обновления СОПС к сфере ее распространения следует отнести также процесс обновления совокупности методов и документов СОПС.

4.4. Совокупность включаемых и унифицируемых в СОПС методов и документов определяется сферой распространения СОПС.

По некоторым аспектам (например, терминология, обозначения и т. д.) методы и документы СОПС следует унифицировать в рамках всей сферы распространения СОПС, а по другим аспектам (например, по некоторым блокам математических моделей оптимизации ПОС) — в рамках сфер распространения групп и подгрупп методов и документов СОПС (по ГОСТ 18.001—76).

4.5. Выбор сферы распространения СОПС и унификации в СОПС может производиться по-разному и соответственно будет достигнута различная эффективность СОПС и, в частности, ее унификации.

4.5.1. Нецелесообразно упрощать систему оптимизации ПОС, ограничивая сферу ее распространения и сферу распространения унификации методами оптимизации параметров продукции или методами оптимизации требований стандартов.

Из детального рассмотрения совокупности методов, которую необходимо охватить системой, следует, что принятие любого из указанных ограничений или даже обоих (т. е. если ограничиться регламентацией, в частности, унификацией методов оптимизации, используемых только при разработке стандартов на продукцию) не даст существенного уменьшения разнообразия используемых методов и, следовательно, не даст существенного упрощения системы. Но, с другой стороны, принятие любого из указанных ограничений существенно сузит сферу распространения системы оптимизации и, следовательно, снизит уровень унификации и ее эффективность.

В случае оптимизации параметров продукции (при принятии первого ограничения) разнообразие методов оптимизации обуславливается следующими факторами:

разнообразием видов продукции;

особенностями оптимизации даже одного объекта в зависимости от стадии его жизненного цикла и функций управления качеством, для которых производится оптимизация;

различной степенью обеспеченности исходной информацией (степенью неопределенности) и возможностью ее дополнения;

зависимостью ожидаемого повышения эффективности оптимизируемого объекта от усложнения метода оптимизации.

В случае принятия второго ограничения последние два фактора остаются; вместо первого фактора действует фактор разнообразия объектов стандартизации, а второй фактор (особенность оптимизации в зависимости от стадии жизненного цикла продук-

ции) сводится к различной степени опережаемости разрабатываемого стандарта.

4.5.2. Нецелесообразно ограничить сферу распространения СОПС регламентацией только методов, годных для оптимизации, производимой лишь для выполнения отдельных функций управления качеством, ввиду близости или даже совпадения совокупностей методов оптимизации для различных функций управления качеством и стандартизации.

Существенными особенностями обладают методы оптимизации, используемые для обеспечения перспективного планирования. Но и эти методы целесообразно регламентировать, рассматривая их в одной общей системе оптимизации параметров объектов стандартизации, так как между ними и методами оптимизации, предназначенными для обеспечения других функций управления качеством и стандартизации, наряду с различием имеется много общего.

Даже наиболее отличные между собой методы оптимизации, используемые при планировании и методы оптимизации, используемые при аттестации качества продукции в случае хорошего обеспечения исходной информацией на этапе планирования имеют много общего.

4.6. Сфера распространения системы оптимизации ПОС и унификации методов оптимизации ПОС в перспективе должна включать не только методы определения оптимальных параметров объектов, но и методы оценки качества объектов по известным параметрам*, а также прогнозирование параметров объектов, осуществляемое при выполнении всех основных функций по управлению качеством и стандартизации. В результате этого методы используются многократно и, следовательно, возрастает величина N_y (см. п. 3.5 настоящих МУ) и коэффициент K.

Возможность такого расширения сферы распространения СОПС является следствием общности основ процедур прогнозирования, оценки и оптимизации параметров объектов стандартизации, выполняемых при разработке стандартов, технических условий, самих объектов и аттестации продукции по качеству. А эта общность, в свою очередь, объясняется тем, что установление ПОС всегда производится для будущего времени и является целеустремленным действием, осуществляемым (или которое должно осуществляться) методами оптимизации [7; 9].

5. УНИФИКАЦИЯ СТРУКТУРЫ СОПС

5.1. Придание СОПС иерархической структуры является важнейшим условием осуществления ее унификации.

Нельзя создать эффективную систему оптимизации, состоящую только из рабочих методик оптимизации конкретных объектов, так как при таком подходе, во-первых, необходимо разрабатывать необозримо большое число таких методик, во-вторых, невоз-

* Здесь рассматривается оценка качества в смысле соответствия параметров объекта его технико-экономическому и социальному назначению.

можно будет осуществить координацию работы по созданию системы, при необходимости привлечь к этой работе большое число предприятий, организаций и специалистов и, в-третьих, в этом случае будет трудно обеспечить необходимую адаптацию системы к требованиям научно-технического прогресса путем обновления, замены и разработки новых методик.

5.1.1. Необходимость разработки необозримо большого числа методик при указанном подходе объясняется следующими обстоятельствами:

наличием сотен тысяч объектов стандартизации;

особенностями в методах оптимизации даже одного и того же объекта в зависимости от того, для какой функции управления качеством осуществляется оптимизация (для перспективного или годичного планирования, для разработки технического задания, объекта, стандарта, технических условий, для аттестации продукции).

Кроме того, необходимо применять различные методы оптимизации в зависимости от условий выполнения оптимизации (доступности исходной информации, степени изученности объекта, объема производства, квалификации исполнителей, наличия средств и времени и т. д.).

5.1.2. К разработке СОПС необходимо привлечь большое число различных организаций. Для обеспечения координации работы многочисленных исполнителей и методического обеспечения процесса создания и совершенствования системы необходимо еще на начальном этапе установить общие положения, термины, понятия, общие требования к методам, принципы унификации, базовые модели, структуру комплекса методических и нормативно-технических документов СОПС и т. д., т. е. необходимо разработать ряд основополагающих межотраслевых документов, затем на их основе разрабатывать отраслевые документы СОПС, учитывающие особенности отраслей, и после этого на уровне предприятий разрабатывать методики оптимизации конкретных объектов.

5.1.3. Для обеспечения эффективности функционирования системы необходимо придать ей такую структуру, при которой для совершенствования объектов стандартизации и методов оптимизации будет достаточно изменить лишь малую часть документов. Для такой адаптивности системы следует, в частности, разделить требования, регламентируемые системой, по их стабильности. По возможности следует поместить требования с разной стабильностью в разные документы. Например, основные понятия и термины, указания по выбору методов и другие обобщенные методические положения, которые более стабильны во времени, следует выделить в отдельные документы, которые будут реже пересматриваться.

5.2. Иерархичность системы оптимизации включает иерархичность методов и документов.

5.3. Иерархия методов оптимизации ПОС строится главным

образом по уровням методической завершенности и уровням научной абстракции.

5.3.1. Уровнем методической завершенности метода оптимизации называется уровень подготовленности метода (элементов метода) для непосредственного определения оптимальных значений параметров конкретных объектов.

По методической завершенности методы оптимизации ПОС следует разделить на два уровня.

К первому уровню относятся методы, которые для решения конкретных задач требуют доработки, состоящей в составлении некоторых дополнительных конкретных зависимостей, в упрощении математической модели оптимизации и (или) ее дополнении. К этому уровню относятся в основном методы оптимизации, включающие базовые, а не рабочие математические модели оптимизации.

Ко второму уровню методической завершенности следует отнести методы, годные для непосредственного решения конкретных задач. К этому уровню относятся методы оптимизации, включающие рабочие математические модели оптимизации.

5.3.2. Чем ниже уровень научной абстракции метода, тем детальнее рассматриваются свойства объекта или явления, определяющие оптимальные значения оптимизируемых параметров; чем выше уровень научной абстракции метода, тем яснее и проще формулируется назначение и цели создания объекта, но уменьшается детализация рассматриваемых свойств оптимизируемого объекта или изучаемого явления [11].

Иерархия методов оптимизации по уровням научной абстракции, в частности, нужна для увязки методов оптимизации со стадиями жизненного цикла объектов. Эта увязка заключается в том, что система должна иметь методы, обеспечивающие оптимизацию для выполнения работ для всех функций управления качеством — от перспективного планирования до снятия объекта с потребления. При этом точность, полнота и детализация результатов оптимизации должны изменяться по мере перехода от перспективного планирования до аттестации продукции в соответствии с более глубоким изучением объекта, т. е. по мере получения новой информации о нем, и изменений требований к результатам оптимизации. Этому соответствует использование все более строгих методов.

5.4. Иерархия документов СОПС строится по сфере действия и уровням методической завершенности (табл. 1 и 2)*.

5.4.1. По сфере действия документы системы оптимизации ПОС разделяют на четыре уровня:

первый — документы, действие которых распространяется на всю систему (ГОСТ 18.001—76);

второй — документы, действие которых распространяется на

* При этом косвенно реализуется и иерархия по уровням научной абстракции.

Таблица 1

Иерархия структуры межотраслевого комплекса документов СОПС

Наименование и категория документов СОПС	Объекты регламентации	Уровень методической завершенности	Уровень сферы действия документов	Специалисты, использующие документы
Общие положения (ГОСТ, МУ)	Основные понятия; состав, структура и функции СОПС; требования к СОПС	1-й	1-й (все методы и документы СОПС)	Разработчики СОПС
Основные документы групп (ГОСТ, МУ)	Основные положения, принципы и выбор методов оптимизации ПОС, их классификация, базовые и универсальные модели для групп методов	2-й	2-й (группа методов и документов)	Разработчики отдельных групп и подгрупп методов и документов межотраслевых и отраслевых СОПС
Основные документы подгрупп (ГОСТ, МУ, методики, программы)	Подгруппы методов. оптимизации, базовые и универсальные модели подгрупп, их элементы и области применимости, основные положения подгрупп методов экспериментальной оптимизации	2-й	3-й (подгруппа методов и документов)	То же
Не основные документы подгрупп (ГОСТ, МУ, методики, программы)	Типовые методики, отдельные блоки, особенности методов и блоков	3-й	4-й (отдельные методы и отдельные блоки методов)	Разработчики отраслевых СОПС и СОПС предприятий

Таблица 2

Иерархия типовой структуры документов в отрасли

Наименование и категория документов	Объекты регламентации	Уровень методической завершенности документов	Уровень сферы действия	Специалисты, основные потребители документов
Основные положения (ОСТ, СТП, МУ, рекомендации)	Принципы, состав, структура и функции отраслевых СОПС; требования к отраслевым СОПС; классификация и выбор методов	1-й	1-й (все методы и документы)	Разработчики СОПС в отрасли
Основные документы групп (ОСТ, СТП, МУ, рекомендации)	Принципы, классификация и выбор методов группы в отрасли; базовые и универсальные модели и блоки	2-й	2-й (соответствующие группы методов и документов отрасли)	Разработчики СОПС и рабочих методов в отрасли
Основные документы подгрупп (ОСТ, СТП, МУ, методики)	Принципы и выбор методов подгруппы в отрасли; их классификация; базовые и универсальные модели подгруппы	2-й	3-й (соответствующие подгруппы методов и документов отрасли)	То же
Документы по рабочим методам (ОСТ, СТП, МУ, методики, программы вычисления)	Рабочие методы; отдельные блоки методов	3-й	4-й (отдельные рабочие методы, отдельные блоки рабочих методов)	Разработчики объектов стандартизации, стандартов на них и рабочих документов СОПС

группы документов и методов системы оптимизации (по ГОСТ 18.101—76, ГОСТ 18.401—77);

третий — документы, действие которых распространяется на подгруппу документов и методов системы оптимизации [8; 16; 17];

четвертый — документы по отдельным методам, их блокам, методам оптимизации отдельных объектов и параметров, а также документы, содержащие результаты оптимизации конкретных объектов. Эти документы появляются только в процессе функционирования системы.

Документы первых трех уровней по сфере действия предназначены для разработки и совершенствования методов оптимизации, а не для непосредственной оптимизации конкретных объектов. Документы четвертого уровня предназначены для непосредственной оптимизации конкретных объектов (продукции, технологических процессов, услуг, методов и т. п.).

5.4.1.1. Для обеспечения внедрения СОПС следует согласовать иерархию документов по сфере действия с уровнями управления в народном хозяйстве. А именно, необходимо разрабатывать межотраслевые, отраслевые документы и документы предприятия (объединения). Категория этих документов указывает как на область их распространения, так и на то, где они утверждаются.

5.4.2. Уровнем методической завершенности документа СОПС называется уровень подготовленности документа к использованию для непосредственного определения оптимальных значений параметров конкретных объектов.

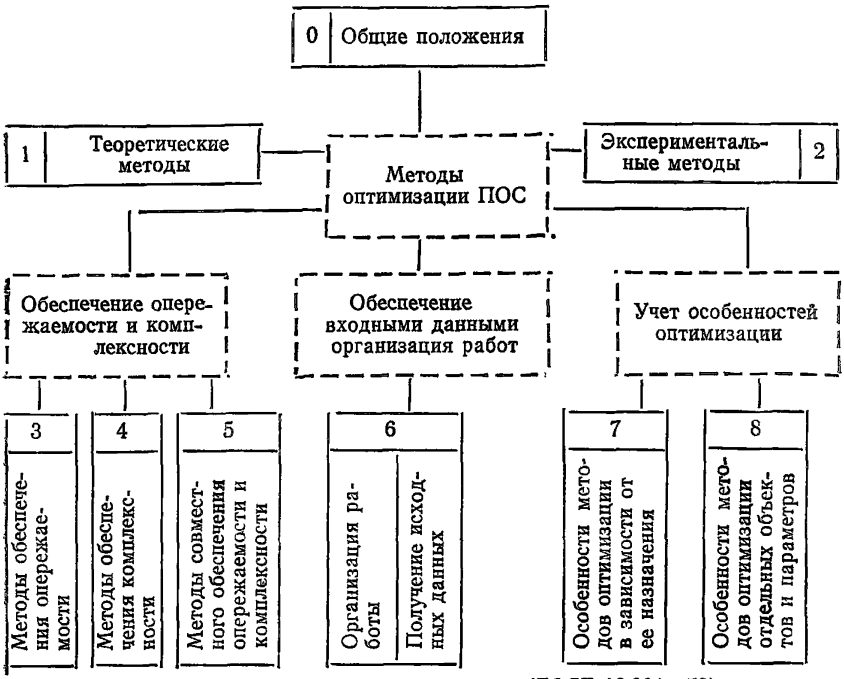
По методической завершенности документы СОПС разделяются на три уровня. Объекты регламентации и специалисты, для которых предназначены эти документы, указаны в табл. 1 и 2.

5.4.3. Содержание документов первого уровня по методической завершенности обычно стареет медленнее, чем содержание документов второго уровня. Аналогично, чем шире сфера распространения документа, тем обычно стабильнее его требования. Таким образом, иерархическая структура документов по их методической завершенности и сферам распространения косвенно отражает и иерархию по стабильности содержащихся в них требований. Поэтому нет необходимости производить специальное разделение документов по стабильности их требований. В результате иерархии документов по методической завершенности достигается также упрощение процесса совершенствования системы оптимизации в ходе научно-технического прогресса и улучшаются динамические свойства системы.

5.5. Иерархичность документов и методов СОПС по рассмотренным признакам реализуется в СОПС следующим образом (см. чертеж).

Три группы документов, а именно: *0* — общие положения, *1* — теоретические методы, *6* — получение исходных данных и организация работы — предназначены для оптимизации всех (или почти всех) параметров, а также для оптимизации с целью выполне-

СТРУКТУРА КОМПЛЕКСА МЕТОДИЧЕСКИХ И НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ СОПС «КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТОВ СТАНДАРТИЗАЦИИ»



i=0, 1, 2, ... 8 — номера групп документов (ГОСТ 18.001—76)

ния всех основных функций управления качеством и стандартизации и для любого уровня опережаемости и комплексности. Для учета необходимости (или целесообразности) использования экспериментальных методов (или выполнения отдельных экспериментальных работ по оптимизации), а также для учета ряда особенностей методов оптимизации предназначены специальные группы документов, а именно: *2* — по экспериментальным методам и отдельным экспериментальным работам, *3* — по методам обеспечения опережаемости, *4* — по методам обеспечения комплексности, *5* — по методам совместного обеспечения опережаемости и комплексности, *7* — по особенностям методов оптимизации в зависимости от ее назначения по функциям управления, *8* — по особенностям методов оптимизации отдельных объектов и параметров.

В *6* и *7* группах документов оптимизация ПОС согласовывается с процессом управления качеством и стандартизации.

Особенности методов оптимизации ПОС, регламентируемые *7*, зависящие от того, для какой функции стандартизации и управления качеством производится оптимизация, характеризуются точ-

ностью, полнотой, детализацией и надежностью результатов. Требования к перечисленным характеристикам, как правило, возрастают по мере перехода от перспективного планирования к проектированию объекта.

5.6. Ввиду наличия взаимосвязи между унификацией на разных уровнях иерархии, нельзя производить унификацию всей системы за один этап; ее следует производить в несколько этапов путем последовательного ее совершенствования.

На первом этапе следует унифицировать все, что должно быть унифицировано в масштабе всей системы. Затем из того, что не унифицировано в масштабе всей системы, следует выбрать то, что можно унифицировать в сфере каждой группы методов и документов, а уже затем в сфере подгрупп и, наконец, в сфере отдельных методов и блоков.

6. УНИФИКАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПОС И ПРОЦЕССА ИХ ПОСТРОЕНИЯ

6.1. Следует унифицировать не только методы оптимизации ПОС, но и процесс их разработки. Этот процесс является наиболее трудоемким при оптимизации ПОС, требующим координированной работы большого числа специалистов разного профиля и больших затрат. Следует также иметь в виду, что математические модели, особенно на уровне предприятия, придется часто заменять или улучшать вследствие появления нового объекта, увеличения исходной информации, повышения требований к точности, полноте и детализации оптимизации и изменения условий оптимизации, что еще больше увеличивает удельный вес процесса разработки методов оптимизации в процессе оптимизации.

Примечание. В настоящее время существует взгляд на процесс построения математических моделей как на искусство. Однако чем больше будет изучен процесс построения математических моделей, тем больше он сможет быть унифицирован и тем в большей степени он будет доступен рядовым инженерам, аналогично тому, как многие из технологических операций, выполнение которых раньше было искусством, сейчас в связи с развитием науки и техники получили достаточное научное обоснование, унифицированы и «поставлены на конвейер». В настоящее время немало сделано и можно сформулировать ряд положений и указаний по унификации процесса построения математических моделей оптимизации ПОС. Однако унификация процесса построения математических моделей оптимизации будет отставать от процессов унификации уже созданных моделей и вычислительных процедур.

6.2. Унификацию процесса построения математических моделей оптимизации ПОС следует осуществлять следующими тремя способами:

унификацией работ по построению математических моделей оптимизации ПОС;

агрегатированием математических моделей оптимизации ПОС из унифицированных блоков;

использованием базовых математических моделей оптимизации ПОС.

6.3. С целью унификации и обеспечения специализации и координации работ исполнителей по построению математических моделей оптимизации ПОС процесс построения этих моделей в общем случае следует условно разделить на три этапа [3]:

построение эскизной схемы структуры и функционирования объекта;

построение математической модели функционирования объекта;

построение математической модели оптимизации объекта.

6.3.1. Содержание и последовательность работ каждого из трех этапов процесса построения математической модели оптимизации установлены в ГОСТ 18.401—77.

6.3.1.1. Построение эскизной схемы структуры и функционирования выполняется конструктором, технологом или разработчиком объекта. При этом не требуется детальных теоретических знаний по функционированию этого объекта и в области математической теории оптимизации.

Построение математической модели функционирования выполняется в основном специалистами по оптимизируемому объекту, владеющими знаниями по теории проектирования и функционирования этого объекта и соответствующим математическим аппаратом.

Построение математической модели оптимизации выполняется в основном специалистами по оптимизируемому объекту и специалистами по теории оптимизации. Однако та часть работы этого этапа, которая относится к определению применимости математической модели и ее коррекции на основе использования результатов расчетов, должна выполняться при тесном сотрудничестве специалистов по оптимизируемому объекту со специалистами по математическому программированию.

6.3.2. Граница между окончанием процесса построения математической модели и началом оптимизации по уже построенной математической модели является условной в связи с функционированием блоков 6 и 8 типовой схемы теоретических методов оптимизации ПОС (п. 6.4). Эти блоки осуществляют проверку применимости построенной математической модели оптимизации и определение целесообразной коррекции и, таким образом, обеспечивают ее доработку.

6.4. Блочная структура типовой схемы теоретических методов оптимизации, установленная в ГОСТ 18.101—76, обеспечивает широкие возможности для агрегатирования методов оптимизации из ранее разработанных и унифицированных блоков аналогично агре-

татированию в машиностроении, когда из ограниченного числа унифицированных деталей и узлов конструируют множество разнообразных изделий. При этом достигается высокий уровень унификации математических моделей оптимизации ПОС и одновременно обеспечивается создание большого числа конкретных методик, удовлетворяющих разнообразным требованиям, вызванным особенностями объекта, разнообразием назначения и условий оптимизации.

6.5. Типовая схема теоретических методов оптимизации ПОС [2; 13] состоит из следующих девяти блоков:

1 — блок получения исходной информации;

2 — блок составления зависимостей для эффектов, затрат и технических возможностей, часто описываемых связями между показателями качества; ограничений в виде неравенств, описывающих производственные возможности, обеспеченность сырьем, материалами, комплектующими элементами, кадрами, финансовыми средствами; ограничений, описывающих требования по технике безопасности, охране природы и т. д.;

3 — блок прогнозирования исходных зависимостей для учета предстоящих изменений во времени;

4 — блок составления целевой функции и ограничений на основании зависимостей блоков 2 и 3;

5 — блок вычисления;

6 — блок оценки применимости и необходимости коррекции математической модели оптимизации;

7 — блок непосредственного прогнозирования отдельных оптимизируемых параметров;

8 — блок принятия решения по корректировке модели оптимизации;

9 — блок принятия решения по параметрам объекта оптимизации.

6.5.1. В зависимости от вида и особенностей метода оптимизации ПОС некоторые из перечисленных блоков в явном виде могут отсутствовать.

6.5.2. Перечень возможных унифицированных вариантов блоков для агрегатирования методов оптимизации составляется на основе классификации методов оптимизации ПОС, приведенной в [9].

6.5.3. В результате агрегатирования блоки и процедуры должны образовать метод оптимизации, соответствующий назначению оптимизации, особенностям объекта и условиям оптимизации. Это значит, во-первых, что сочетание процедур и блоков должно обеспечить вычисление оптимальных параметров, в частности, входы и выходы блоков (процедур) должны быть совместимы по их числу и размерности; во-вторых, что совокупность выбранных блоков должна обеспечивать рациональный компромисс между точностью, полнотой, детализацией и технологичностью оптимизации при имеющихся или доступных средствах с учетом наличия

и времени для оптимизации и при имеющейся информации (ГОСТ 18.001—76 и ГОСТ 18.101—76).

6.6. Для упрощения процесса составления математических моделей оптимизации ПОС следует широко применять базовые математические модели оптимизации ПОС (ГОСТ 18.401—77) (справочное приложение 2). Каждая из этих моделей предназначена для решения определенного класса задач. Базовые модели разрабатываются заранее и служат основой для составления рабочих математических моделей оптимизации, предназначенных для оптимизации параметров конкретных объектов с целью выполнения определенной (или нескольких определенных) функций управления качеством. Использование базовых математических моделей оптимизации упрощает построение рабочих математических моделей оптимизации.

Совокупность базовых математических моделей оптимизации ПОС имеет иерархическую структуру, соответствующую иерархической структуре методов оптимизации ПОС.

6.7. *Для решения широкого класса задач* оптимизации ПОС (например, задач оптимизации параллельных или последовательных комплексов) следует построить набор базовых математических моделей оптимизации, отличающихся друг от друга границами комплексности [15], уровнем опережаемости, степенью учета неопределенности и т. д. Эти отличия отражаются на виде математических зависимостей, составляющих математические модели оптимизации.

6.7.1. Набор математических моделей оптимизации должен быть оптимальным по числу моделей и их характеристикам (по качеству результатов оптимизации и технологичности). Строгая оптимизация такого набора моделей невозможна ввиду невозможности получения точных зависимостей эффектов оптимизации и затрат на ее осуществление от характеристик и числа математических моделей. При этом требовалось бы совместно оптимизировать набор всех моделей (межотраслевых базовых, отраслевых базовых и рабочих), так как увеличение затрат на разработку, например, межотраслевых базовых моделей позволяет уменьшить затраты на разработку отраслевых базовых моделей, а это является сложной задачей оптимизации многоуровневого параллельного комплекса.

6.7.2. Для практического выбора набора базовых математических моделей оптимизации полезно учесть особенности распределения затрат на их разработку и вытекающие из этих особенностей предположения и следствия.

6.7.2.1. Полные затраты на разработку i-й рабочей математической модели на основе некоторой базовой модели могут быть разделены на две аддитивные составляющие

$$З_{\text{р}_i} = З_{\text{р}_i\text{с}} + \frac{З_б}{n}, \qquad (5)$$

где $З_{p_{ic}}$ — затраты на разработку i-й рабочей модели на основе существующей базовой модели;

$З_б$ — затраты на разработку базовой модели;

n — число рабочих моделей, разрабатываемых на основе базовой модели.

Из формулы видно, что чем больше рабочих моделей разрабатывается на основе одной базовой модели, тем меньше роль второго члена уравнения.

Основную часть затрат на создание базовой модели составляют затраты на разработку научных основ функционирования объекта оптимизации. Эти затраты, являясь затратами на фундаментальные исследования, окупаются главным образом независимо от того, будет ли создаваться та или иная конкретная базовая модель оптимизации. Поэтому, а также потому, что составляющая $\frac{З_б}{n}$ затрат, представляющая собой затраты на разработку базовой модели, приходящиеся на одну рабочую модель, обычно мала, можно приближенно считать, что $З_{pi}=З_{pic}$ и на разработку базовой модели можно выделить тем больше средств, чем больше n.

6.7.2.2. Полные затраты на разработку i-й отраслевой базовой модели на основе некоторой межотраслевой базовой модели могут быть разделены на две аддитивные составляющие

$$З_{б.отр} = З_{б.отр.ic} + \frac{З_{б.меж}}{n_{отр.б}}, \qquad (6)$$

где $З_{б.отр.ic}$ — затраты на разработку i-й отраслевой базовой модели на основе существующей межотраслевой базовой модели;

$З_{б.меж}$ — затраты на разработку межотраслевой базовой модели;

$n_{отр.б}$ — число отраслевых базовых моделей, разрабатываемых на основе межотраслевой базовой модели.

Как правило, при достаточно большом $n_{отр.б}$ второе слагаемое намного меньше первого, и, следовательно, на разработку межотраслевой базовой модели следует выделять тем больше средств, чем больше $n_{отр.б}$

6.8. В настоящее время на первой стадии создания системы оптимизации пока еще рано разрабатывать унифицированные ряды межотраслевых базовых моделей для оптимизации в значительной сфере распространения (справочное приложение 2) и приходится ограничиваться построением набора межотраслевых базовых моделей. (Такой набор для оптимизации параллельных комплексов приведен в [3], а для оптимизации последовательных комплексов — в [3; 8]). Унифицированный ряд межотраслевых базовых моделей может быть создан путем многократного улучшения и конкретизации такого набора.

6.9. Разработку рабочей математической модели оптимизации параметров конкретного объекта на основе использования ранее разработанных базовых математических моделей оптимизации в общем случае следует производить путем процесса последовательного приближения, каждый цикл которого состоит из следующих трех этапов (рекомендуемое приложение 3);

предварительный выбор наиболее подходящей модели из разработанного набора базовых моделей;

разработка предварительного варианта рабочей модели;

проверка применимости рабочей модели и при необходимости ее коррекция или замена исходной базовой модели.

6.9.1. Содержание и трудоемкость первого этапа во многом зависят от изученности оптимизируемого объекта и совокупности имеющихся базовых моделей. В наиболее трудном случае работа по изучению объекта должна включать все работы по этапам разработки эскизной схемы структуры и функционирования оптимизируемого объекта и составления математической модели его функционирования (по ГОСТ 18.401—77).

6.9.2. При предварительном выборе наиболее подходящей базовой математической модели оптимизации следует учитывать:

расход средств и затраты времени на построение рабочей математической модели оптимизации при использовании разных базовых математических моделей;

область применимости базовых математических моделей.

6.9.2.1. При оценке расхода средств и затрат времени на построение рабочей математической модели на основе базовой следует учитывать, что для дополнения базовой модели и раскрытия ее условно записанных зависимостей требуется, как правило, больше средств и времени, чем для ее упрощения, и что расход средств и затраты времени на получение входных данных для рабочей модели могут оказаться решающими.

6.9.2.2. В большинстве случаев выбор базовой модели существенно упрощается при наличии указаний по области применимости имеющихся базовых математических моделей оптимизации. Такие указания следует разрабатывать для каждой базовой модели.

6.9.3. Предварительный вариант рабочей математической модели оптимизации на основе базовой модели согласно ГОСТ 18.401—77 следует разрабатывать путем упрощения и (или) дополнения выбранной базовой модели, а также путем раскрытия имеющихся в базовой модели условно записанных зависимостей.

6.9.4. Проверку применимости и при необходимости ввод коррекции в исходный вариант рабочей математической модели оптимизации следует производить так же, как и при разработке рабочей модели без использования базовой модели [15]. В некоторых случаях вместо коррекции исходного варианта рабочей математической модели бывает выгоднее заменить выбранную базовую модель на другую.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Справочное

О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОПЫТА УНИФИКАЦИИ, НАКОПЛЕННОГО В ДРУГИХ ОБЛАСТЯХ

Унификация является важнейшим способом повышения эффективности человеческой деятельности в различных областях. В настоящее время принципы унификации широко применяются не только в машиностроении, но и в строительстве, медицине, делопроизводстве, науке и других областях. В математике фактически унифицированы основные понятия, обозначения, многие вычислительные процедуры. В значительной степени унифицированы и вычислительные процедуры по оптимизации.

Унификация теоретических методов оптимизации ПОС, сводящаяся в основном к унификации математических моделей оптимизации и процесса их построения, позволяет строить математические модели оптимизации конкретных объектов путем применения базовых и универсальных моделей и унифицированных блоков. Это дает возможность сосредоточить силы на преодолении трудностей, специфичных для оптимизируемых объектов, условий их создания и применения, при максимальном использовании уже разработанных более общих вопросов.

В настоящее время унификация математических моделей оптимизации ПОС осуществляется почти исключительно путем применения универсальных моделей, а унификация процесса их построения практически еще не осуществляется. Решение проблемы унификации методов СОПС выходит за рамки математики, так как это решение тесно связано с вопросами назначения, конструкции и функционирования оптимизируемых объектов и условий их оптимизации.

Без решения проблемы унификации математических моделей оптимизации и процесса их построения нельзя обеспечить широкое применение более совершенных методов оптимизации ПОС в отраслях народного хозяйства так же, как без унификации изделий машиностроения и технологических процессов их изготовления нельзя было бы обеспечить массовое производство этих изделий.

Общее между унификацией методов оптимизации и унификацией в других областях человеческой деятельности (в частности, в машиностроении) не ограничивается только решающим влиянием унификации на возможности массового применения. Методы оптимизации и изделия машиностроения, как объекты унификации, объединяет и то, что эти объекты являются результатами общественного труда, и поэтому люди, создавая эти объекты, их унифицируют (или должны их унифицировать), так как они исходят (или должны исходить) из принципа достижения максимальной эффективности своего труда. При этом они стремятся найти наилучший компромисс между эффектами и затратами, связанными с созданием и применением этих объектов.

При рассмотрении изделий такой наилучший компромисс достигается при оптимальном сочетании видов изделий и при оптимальной унификации их узлов, деталей и технологических процессов их разработки и изготовления. Аналогично в случае рассмотрения методов оптимизации такой наилучший компромисс в основном достигается при оптимальной структуре и составе всей системы оптимизации, совокупности методов оптимизации, их элементов и совокупности работ по разработке методов оптимизации.

Аналогия между унификацией в СОПС и в машиностроении распространяется и на роль агрегатирования. Агрегатирование методов оптимизации из унифицированных блоков существенно ускоряет и удешевляет разработку методов оптимизации и упрощает их применение, так же как агрегатирование изделий (узлов) из унифицированных узлов (деталей) ускоряет и удешевляет разработку и изготовление изделий и упрощает их применение.

При этом как изделиям, так и методам оптимизации свойственно моральный

ное старение в связи с научно-техническим прогрессом, что вызывает необходимость в систематическом процессе их обновления и замены.

Эта глубокая аналогия позволяет использовать при унификации методов оптимизации опыт по унификации изделий, накопленный в машиностроении и других областях человеческой деятельности. Однако есть и существенные отличия, которые необходимо учитывать при унификации методов оптимизации. Эти отличия указаны в п. 3.7 настоящих МУ.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Справочное

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ ПОНЯТИЙ, ОТНОСЯЩИХСЯ К ОБЛАСТИ ВОПРОСОВ ШИРОКОГО ВНЕДРЕНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ ПОС В ОТРАСЛЯХ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

Термин	Определение
Теоретический метод оптимизации	Совокупность процедур построения или выбора математической модели оптимизации ПОС, проверки ее применимости, получения входных данных и вычисления оптимальных параметров
Качество результатов оптимизации	Свойство результатов оптимизации, заключающееся в их точности, полноте, детализации, надежности, опережаемости и своевременности получения
Технологичность метода оптимизации	Свойство метода оптимизации, характеризующее расход времени и средств на его разработку и применение; доступность требуемой для него входной и исходной информации и возможности автоматизации при обеспечении заданного качества результатов оптимизации
Условия оптимизации	Степень изученности объекта, условий его создания и использования, доступность входной и исходной информации, наличие разработанных методов, алгоритмов, программ вычисления, необходимая квалификация исполнителей, наличие средств и времени для оптимизации
Базовая математическая модель оптимизации	Модель оптимизации большого класса комплексов объектов стандартизации данной отрасли или нескольких отраслей, предназначенная для составления рабочих математических моделей оптимизации конкретных объектов. В базовой математической модели оптимизации необязательно раскрывать все математические выражения до степени детализации, достаточной для разработки программы вычисления на ЭВМ (по ГОСТ 18.401—77) и допустимо запись нескольких вариантов отдельных зависимостей

Продолжение

Термин	Определение
Рабочая математическая модель оптимизации	Модель оптимизации, содержащая всю исходную и входную информацию, необходимую для оптимизации объекта (по ГОСТ 18.401—77)
Универсальная математическая модель оптимизации	Базовая или рабочая модель оптимизации, годная для решения не только поставленной задачи оптимизации ПОС, но и более общей задачи. Для решения каждой конкретной задачи с помощью универсальной модели оптимизации эту модель, как правило, следует упрощать. Понятие универсальной математической модели оптимизации является относительным. Существуют более универсальные и менее универсальные математические модели оптимизации
Унифицированный ряд базовых (рабочих) моделей	Совокупность базовых (рабочих) моделей оптимизации, обеспечивающих решение определенного класса задач и отличающихся друг от друга границами комплексности, степенью неопределенности, способом оптимизации в условиях неопределенности и другими особенностями, отражающимися на виде математических зависимостей и вычислительных процедур

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Рекомендуемое

ПРИМЕРНОЕ СОДЕРЖАНИЕ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАБОТ ПО ПОСТРОЕНИЮ РАБОЧЕЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОПТИМИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ БАЗОВОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Содержание работ	Этапы разработки рабочей модели		
	Предварительный выбор базовой модели	Разработка предварительного варианта рабочей модели	Проверка применимости рабочей модели, коррекция или принятие решения о замене исходной базовой модели
1. Изучение объекта и словесная постановка задачи оптимизации	Выполняется	—	—
2. Изучение имеющихся базовых моделей, могущих оказаться подходящими	»	—	—
3. Завершение предварительного выбора базовой модели	»	—	»
4. Раскрытие условных зависимостей базовой модели	—	Выполняется	Уточняется
5. Упрощение и дополнение базовой модели	—	»	»
6. Проверка применимости предварительной рабочей модели	—	—	Выполняется
7. Ввод коррекции или принятие решения о замене базовой модели	—	—	»

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 18.001—76. Количественные методы оптимизации параметров объектов стандартизации. Общие положения.

2. ГОСТ 18.101—76. Количественные методы оптимизации параметров объектов стандартизации. Теоретические методы. Основные положения по составлению математических моделей.

3. ГОСТ 18.401—77. Количественные методы оптимизации параметров объектов стандартизации. Методы обеспечения комплексности. Основные положения.

4. Бусленко Н. П. Моделирование сложных систем. М.: Наука, 1978.

5. БСЭ. Изд. 3-е. Т. 18, с. 450.

6. Кокорев В. И. Унификация документов управления. М.: Экономика, 1979.

7. Комаров Д. М. Математические модели оптимизации требований стандартов/ Введение в математическую теорию стандартизации. М.: Изд-во стандартов, 1976.

8. Методика оптимизации параметров простейших последовательных комплексов объектов стандартизации. Основные положения. М.: ВНИИС, 1973.

9. Методические указания. Количественные методы оптимизации параметров объектов стандартизации. Классификация и области применимости теоретических методов. РД 50—220—80. М.: Изд.-во стандартов, 1981.

10. Месарович М., Такахара И. Общая теория систем. Математические основы. М.: Мир, 1978.

11. Месарович М., Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуравневых систем. М.: Мир, 1973.

12. Моисеев Н. Н. Математика ставит эксперимент. М.: Наука, 1979.

13. Рекомендации по составлению основных блоков математических моделей оптимизации требований стандартов. М.: Изд-во стандартов, 1975.

14. Руководство ИСО. 2—1977 (Е).

15. Количественные методы оптимизации параметров объектов стандартизации. Определение целесообразных границ комплексности и целесообразного уровня опережаемости. РДМУ 119—78. М.: Изд-во стандартов, 1978.

16. Типовая методика оптимизации многомерных параметрических рядов. М.: Изд-во стандартов, 1977.

17. Типовая методика оптимизации одномерных параметрических рядов. М.: Изд-во стандартов, 1975.

18. Ткаченко В. В., Алексеев Ю. Т., Комаров Д. М. Система оптимизации параметров объектов стандартизации. М.: Изд-во стандартов, 1977.

19. Холл А. Опыт методологии для системотехники. М.: Советское радио, 1974.

20. ГОСТ 23945.0—80. Унификация изделий. Основные положения.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Направление работ по обеспечению широкого внедрения более совершенных количественных методов оптимизации параметров объектов стандартизации 1
2. Основные понятия по унификации в СОПС 6
3. Требования к уровню унификации. Эффективность унификации . . 8
4. Сфера распространения унификации в СОПС 10
5. Унификация структуры СОПС 14
6. Унификация математических моделей оптимизации ПОС и процесса их построения 21
Приложение 1. Справочное. О возможности использования опыта унификации, накопленного в других областях 27
Приложение 2. Справочное. Термины и определения основных понятий, относящихся к области вопросов широкого внедрения количественных методов оптимизации ПОС в отраслях народного хозяйства 28
Приложение 3. Рекомендуемое. Примерное содержание и последовательность работ по построению рабочей математической модели оптимизации на основе базовой математической модели 30
Список литературы 31

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Количественные методы оптимизации параметров объектов стандартизации. Основные положения по обеспечению широкого внедрения. Направления работ и унификация методов и документов

РД 50-216—80

Редактор *Т. А. Киселева*
Технический редактор *Г. А. Макарова*
Корректор *Е. И. Евтеева*

Сдано в наб. 13.01.81 Подп. к печ. 02.04.81 Т—06851 Формат 60×90¹/₁₆ Бумага типографская № 2 Гарнитура литературная Печать высокая 2,0 п. л. 2,36 уч.-изд. л. Тираж 10000 Зак. 161 Изд. № 6829/4 Цена 15 коп.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123557, Москва, Новопресненский пер., 3.
Калужская типография стандартов, ул. Московская, 256.

gost.e-ecolog.ru