**Лекция 1.**

**ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОЙДИАГНОСТИКИ**

* 1. **1.1 Основные понятия, термины и определения**

*Техническая диагностика* (ТД) - область знаний, охватывающая теорию, методы и средства определения технического состояния объекта, в том числе и авиационного ГТД. Как любая наука она оперирует соот­ ветствующими понятиями, терминами и определениями, которые исполь­ зуются как в литературе, посвященной общим вопросам технической ди­ агностики, так и вопросам диагностики авиационной техники, в том числе и диагностики авиационных двигателей.

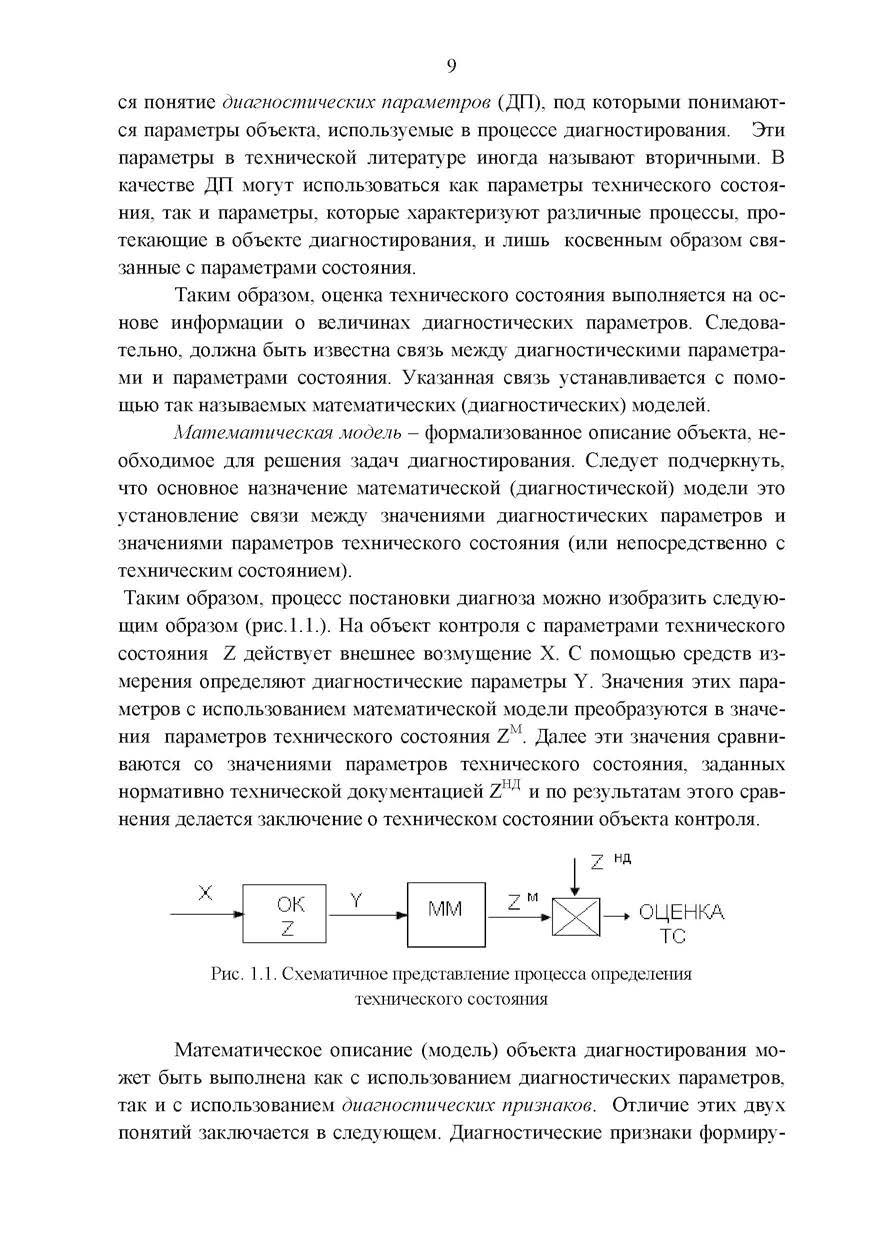
В технической диагностике используются понятия, термины и оп­ ределения, значения которых установлены ГОСТами [2, 3, 4]. Кроме того, имеется ряд терминов и понятий, которые не вошли в ГОСТы, но исполь­ зуются в научно-технической и учебной литературе [5,6]. Ниже приведены наиболее употребляемые термины и определения.

В определении ТД ключевым понятием является понятие «техническое состояние». Под *техническим состоянием* объекта понимается совокупность подверженных изменению в процессе производства или эксплуатации свойств объекта, характеризуемая в определенный момент времени параметрами (параметрами состояния), установленными технической документацией на этот объект.

*Объект технического диагностирования* это изделие и (или) его составные части подлежащие (подвергаемые) диагностированию. То есть это материальный объект, у которого определяется техническое состояние и, в результате, устанавливается *технический диагноз.* Для постановки диагноза необходимо оценить соответствие параметров состояния требованиям нормативно-технической документации.

*Параметр состояния* это величина, количественно характеризующая одно из основных свойств объекта или процесса, протекающего в объекте. В качестве параметров состояния могут приниматься масса, коэффициент трения, геометрические размеры, зазоры, электрическое сопротивление и т. п. Эти параметры еще называют *первичными.* Экспериментальная оценка численных значений этих параметров и сравнение их со значениями, заданными нормативно-технической документацией, и позволяет провести оценку технического состояния объекта, то есть установить его диагноз.

Часто на практике невозможно произвести непосредственное измерение параметров состояния. Поэтому в технической диагностике вводит­

сяпонятие*диагностическихпараметров*(ДП),подкоторымипонимают­ ся параметры объекта, используемые в процессе диагностирования.Эти параметры в технической литературе иногда называют вторичными. В качествеДПмогутиспользоватьсякакпараметрытехническогосостоя­ ния, так и параметры, которые характеризуют различные процессы, про­ текающие в объекте диагностирования, и лишькосвенным образом свя­ занные с параметрами состояния.

Таким образом, оценка технического состояния выполняется на ос­новеинформацииовеличинах диагностическихпараметров.Следова­ тельно,должнабытьизвестнасвязьмеждудиагностическимипараметра­ миипараметрамисостояния.Указаннаясвязьустанавливаетсяспомо­ щьютакназываемыхматематических(диагностических)моделей.

*Математическая модель* -формализованное описание объекта, не­ обходимоедлярешениязадачдиагностирования.Следуетподчеркнуть,что основное назначение математической (диагностической) модели это установление связи между значениями диагностических параметров и значениями параметров технического состояния (или непосредственно с техническим состоянием).

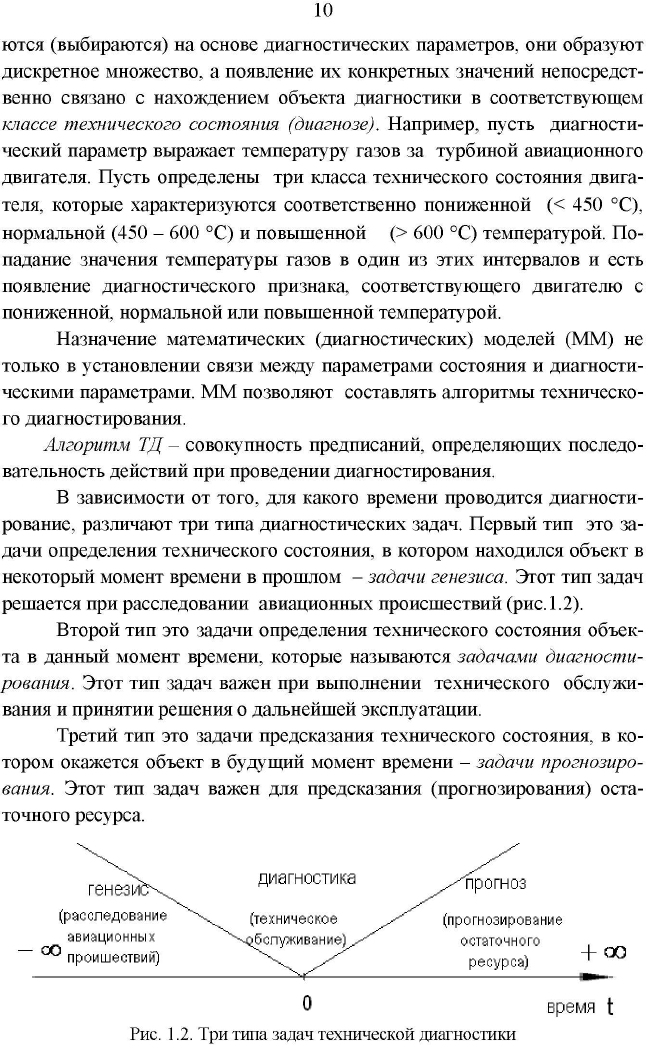
Таким образом, процесс постановки диагноза можно изобразить следую­щим образом (рис.1.1.). На объект контроля с параметрами технического состоянияZ действует внешнее возмущение X. С помощью средств из­ мерения определяют диагностические параметры Y. Значения этих пара­ метровсиспользованиемматематическоймодели преобразуютсявзначе­ нияпараметров технического состояния ZM. Далее эти значения сравни­ ваются со значениями параметров технического состояния, заданных нормативно технической документацией Zll,[ и по результатам этого срав­ ненияделаетсязаключениеотехническомсостоянииобъектаконтроля.

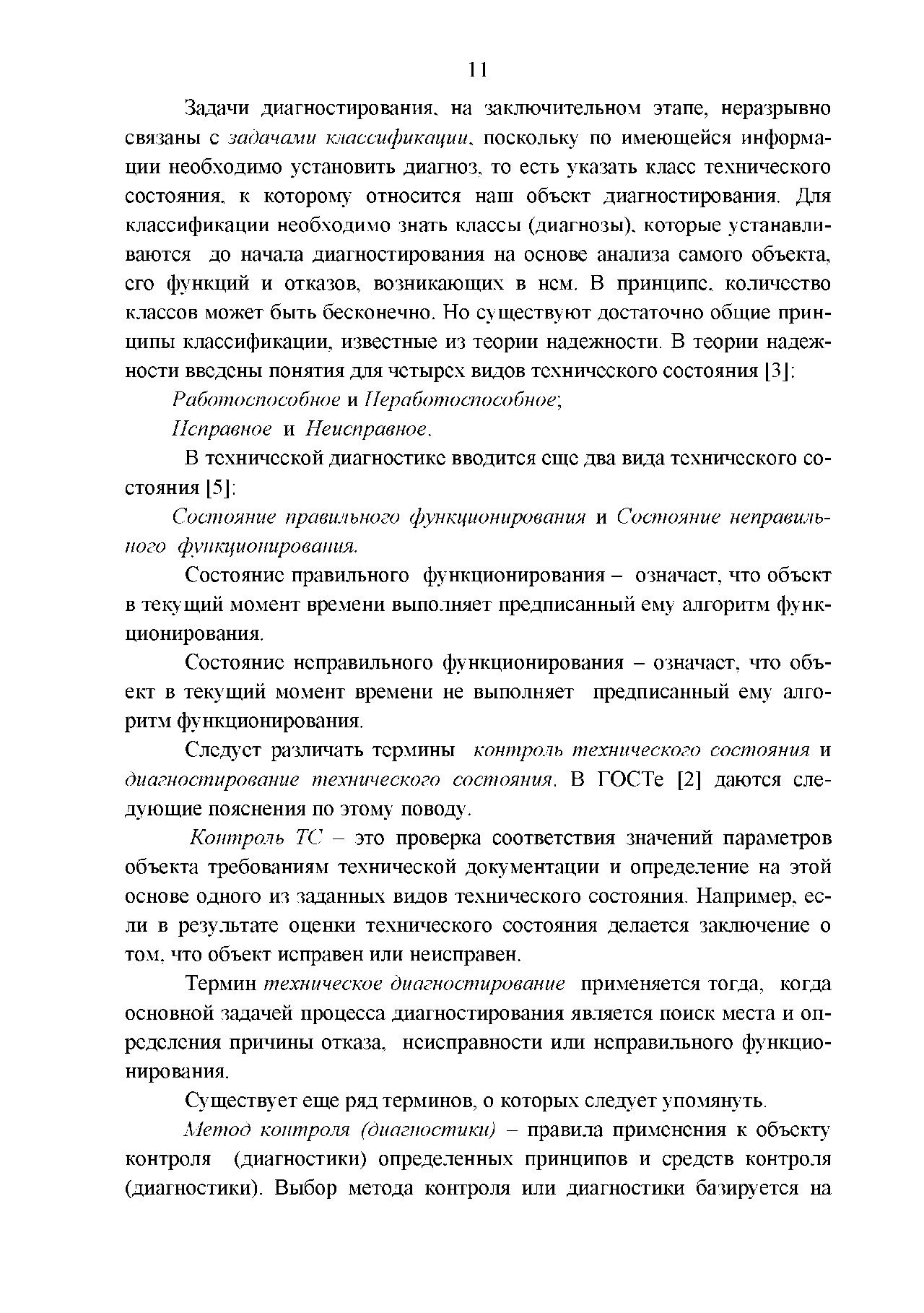
#### X ок У мм 2?м\/ Z

2**нд**

Рис.1.1. Схематичное представление процесса определения технического состояния

Математическоеописание(модель)объектадиагностированиямо­ жетбытьвыполненакаксиспользованиемдиагностическихпараметров, так и с использованием *диагностических признаков.*Отличие этих двух понятийзаключаетсявследующем.Диагностическиепризнакиформиру­



11

Задачи диагностирования, на заключительном этапе, неразрывно связаныс*задачамиклассификации*,посколькупоимеющейсяинформа­ ции необходимо установить диагноз, то есть указать класс технического состояния, к которому относится наш объект диагностирования. Для классификации необходимо знать классы (диагнозы), которые устанавли­ ваютсядоначаладиагностированиянаосновеанализасамогообъекта,егофункцийиотказов,возникающихвнем.Впринципе,количество классов может быть бесконечно. Но существуют достаточно общие прин­ ципы классификации, известные из теории надежности. В теории надеж­ностивведеныпонятиядля четырехвидовтехническогосостояния[3]:

*Работоспособное* и *Неработоспособное, Исправное*и*Неисправное.*

В технической диагностике вводится еще два вида технического со­ стояния [5]:

*Состояние правильногофункционирования*и*Состояние неправиль­ ногофункционирования.*

Состояниеправильногофункционирования-означает,чтообъектв текущий момент времени выполняет предписанный ему алгоритм функ­ ционирования.

Состояниенеправильногофункционирования-означает,чтообъ­ ектвтекущиймоментвремениневыполняетпредписанныйемуалго­ ритм функционирования.

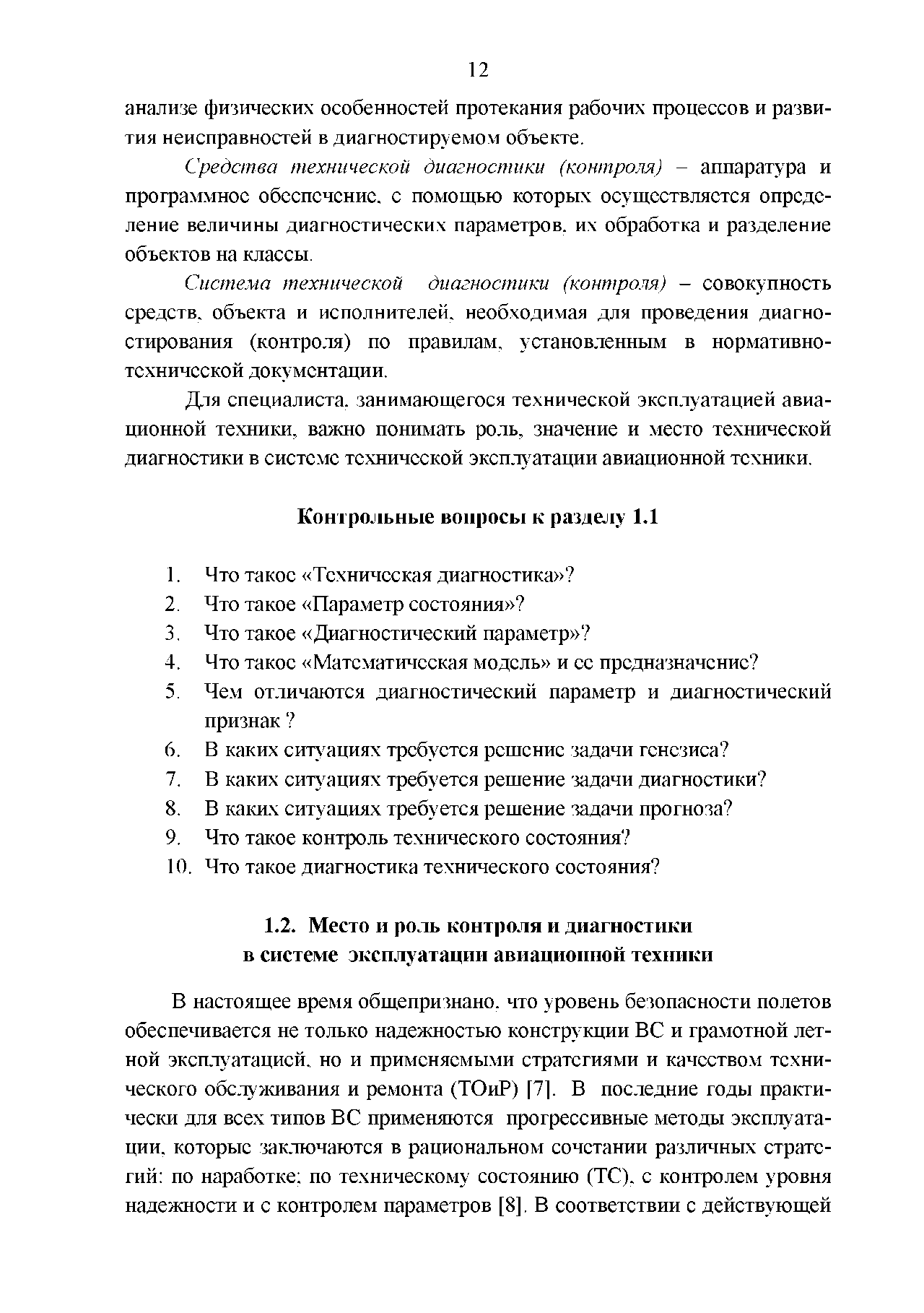
Следует различать термины*контроль технического состояния* и *диагностирование технического состояния.* В ГОСТе[2] даются сле­дующие пояснения по этому поводу.

*Контроль ТС* -это проверка соответствия значений параметров объекта требованиям технической документации и определение на этойосновеодногоиззаданныхвидовтехническогосостояния.Например,ес­ ливрезультатеоценкитехническогосостоянияделаетсязаключениео том, что объект исправен или неисправен.

Термин *техническое диагностирование*применяется тогда,когда основной задачей процесса диагностирования является поиск места и оп­ ределения причины отказа,неисправности или неправильного функцио­ нирования.

Существуетещерядтерминов,окоторыхследуетупомянуть.

*Метод контроля (диагностики)* - правила применения к объекту контроля(диагностики) определенных принципов и средств контроля (диагностики).Выборметодаконтроляилидиагностикибазируетсяна

12

анализефизическихособенностейпротеканиярабочихпроцессови разви­ тия неисправностей в диагностируемом объекте.

*Средства технической диагностики (контроля)* - аппаратура и программное обеспечение,с помощьюкоторых осуществляется опреде­ ление величины диагностических параметров, их обработка и разделение объектов на классы.

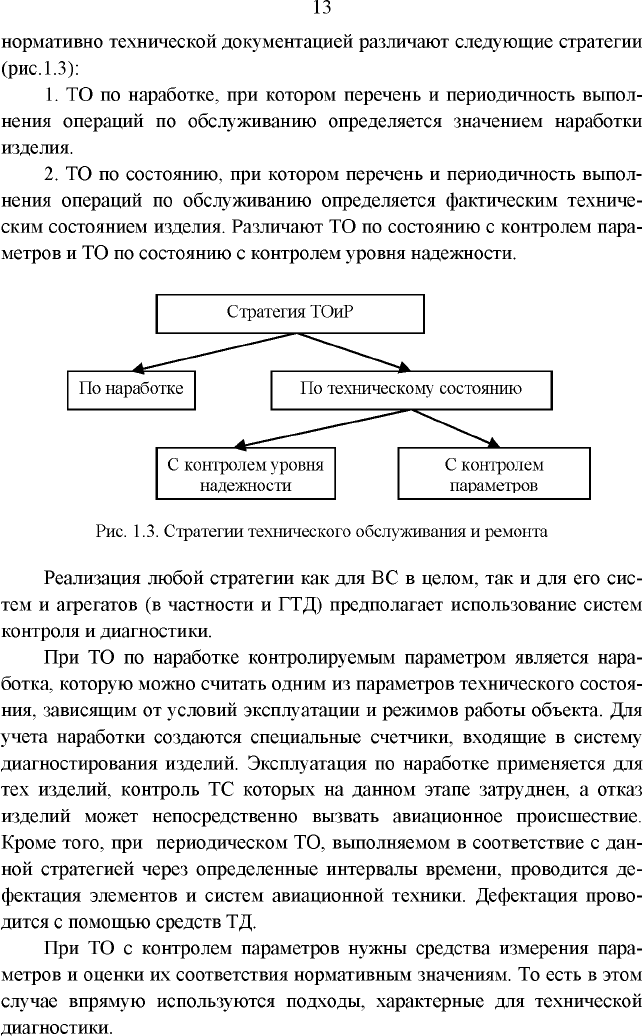
*Система техническойдиагностики (контроля)* - совокупностьсредств, объекта и исполнителей, необходимая для проведения диагно­ стирования (контроля) по правилам, установленным в нормативно­ технической документации.

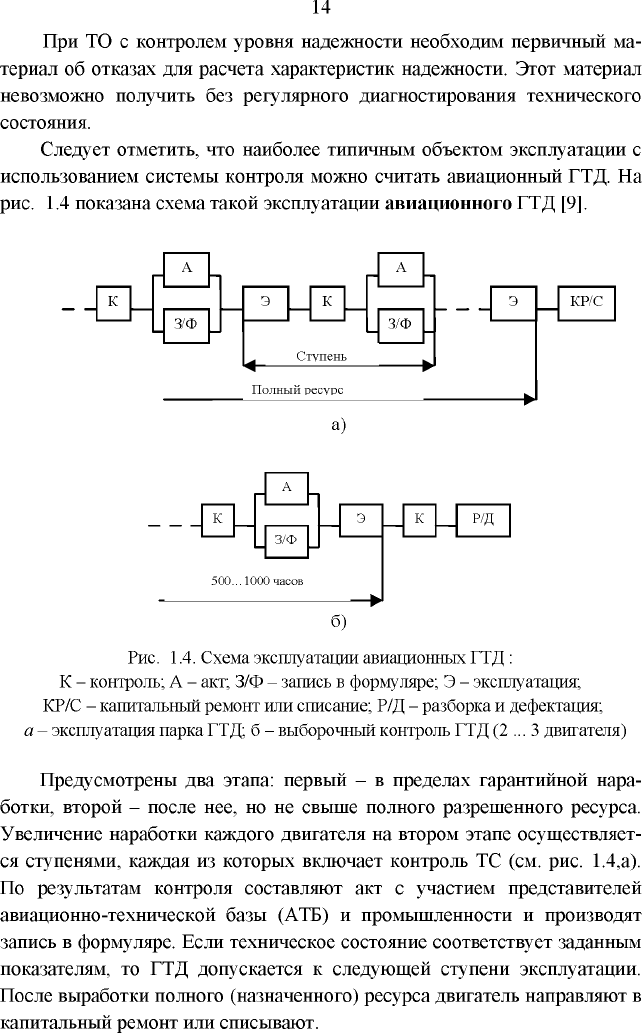
Для специалиста, занимающегося технической эксплуатацией авиа­ ционной техники, важно понимать роль, значение и место технической диагностикивсистеметехническойэксплуатацииавиационнойтехники.

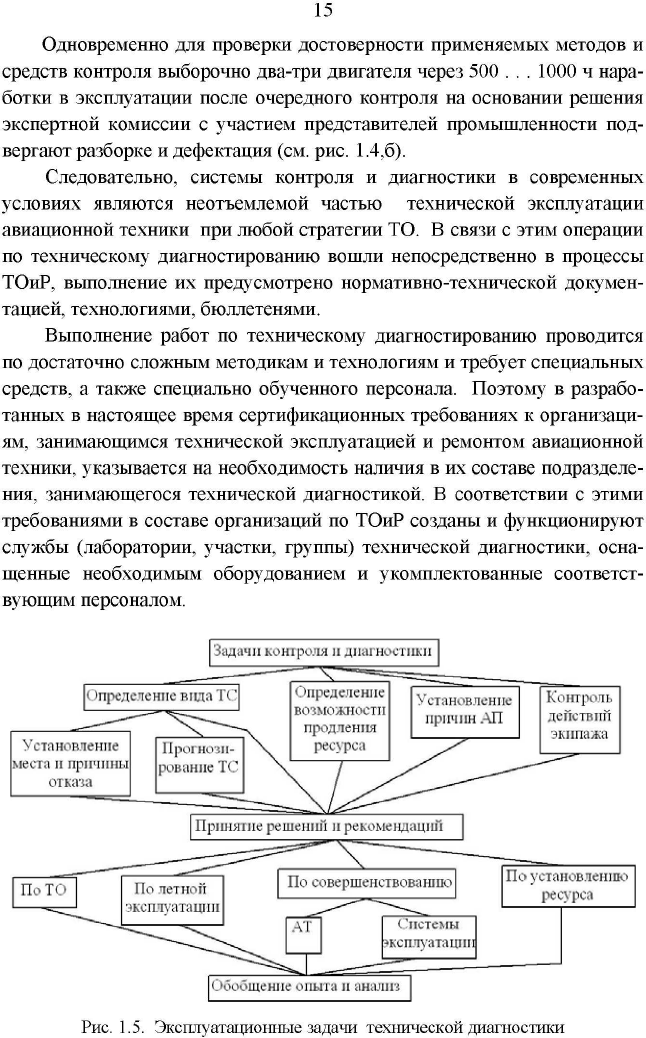
**Контрольныевопросыкразделу1.1**

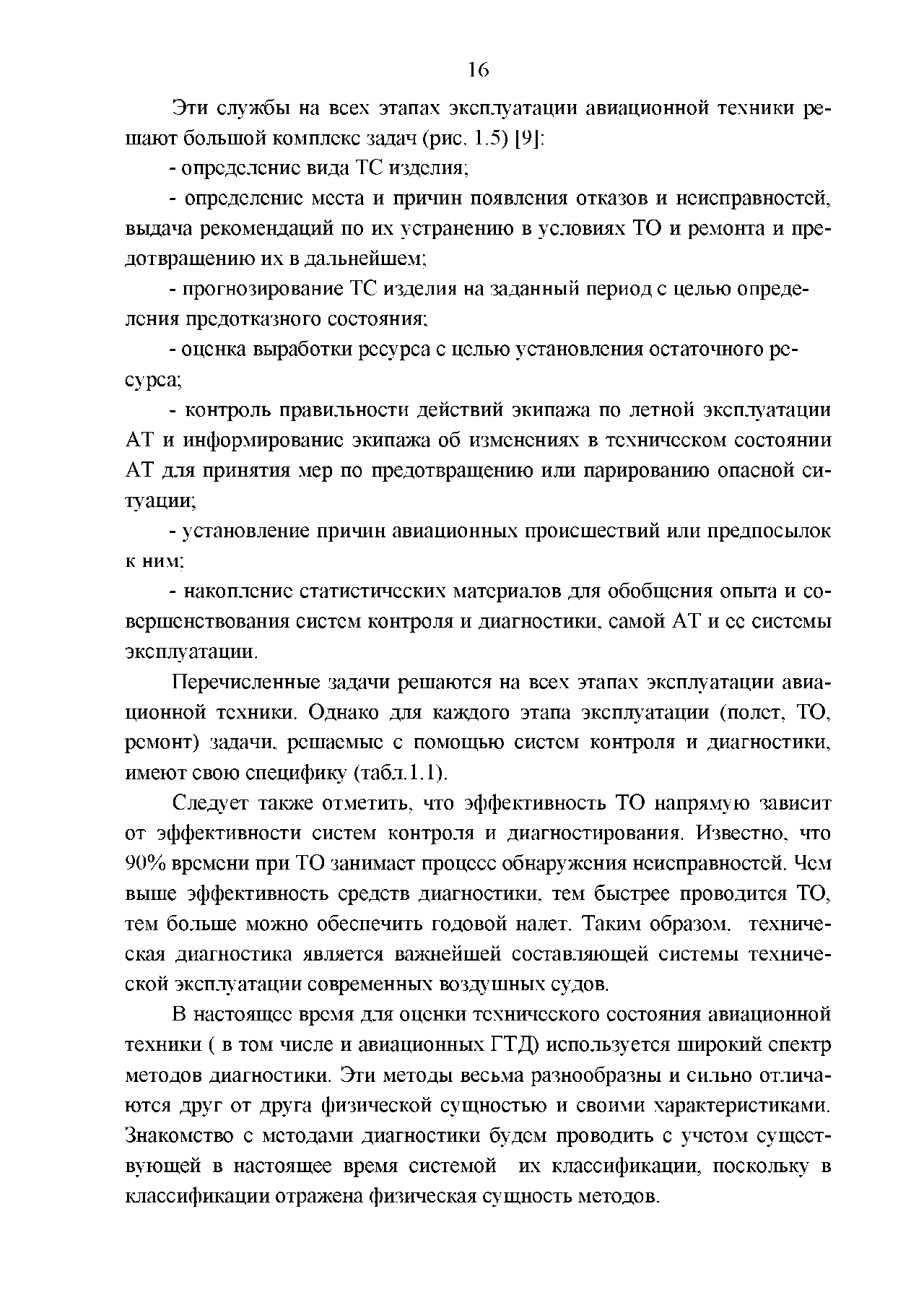
1. Чтотакое«Техническаядиагностика»?
2. Чтотакое«Параметрсостояния»?
3. Чтотакое«Диагностическийпараметр»?
4. Чтотакое«Математическаямодель»иеепредназначение?
5. Чемотличаютсядиагностическийпараметридиагностический признак ?
6. Вкакихситуацияхтребуетсярешениезадачигенезиса?
7. Вкакихситуацияхтребуетсярешениезадачидиагностики?
8. Вкакихситуацияхтребуетсярешениезадачипрогноза?
9. Чтотакоеконтрольтехническогосостояния?
10. Чтотакоедиагностикатехническогосостояния?
    1. **Местои роль контроля и диагностикив системеэксплуатацииавиационнойтехники**

В настоящее время общепризнано, что уровень безопасности полетов обеспечивается не тольконадежностьюконструкции ВСи грамотной лет­ ной эксплуатацией, но и применяемыми стратегиями и качеством техни­ ческого обслуживания и ремонта (ТОиР)[7].Впоследние годы практи­чески для всех типов ВС применяютсяпрогрессивные методы эксплуата­ции,которыезаключаютсяврациональномсочетанииразличныхстрате­ гий: по наработке; по техническому состоянию (ТС), с контролем уровня надежностиисконтролемпараметров[8].Всоответствиисдействующей







16

Эти службы на всехэтапах эксплуатации авиационной техники ре­шают большой комплекс задач (рис.1.5) [9]:

* определениевидаТСизделия;
* определение места и причин появления отказов и неисправностей, выдача рекомендаций по их устранению в условиях ТО и ремонта и пре­ дотвращению их в дальнейшем;
* прогнозирование ТС изделия на заданный период с целью опреде­ ления предотказного состояния;
* оценка выработки ресурса с целью установления остаточного ре­ сурса;
* контрольправильностидействийэкипажаполетнойэксплуатации АТиинформированиеэкипажаобизмененияхвтехническомсостоянии АТ для принятия мер по предотвращению или парированию опасной си­ туации;
* установлениепричинавиационныхпроисшествийилипредпосылокк ним;
* накопление статистических материалов для обобщения опыта и со­ вершенствования систем контроля и диагностики, самой АТ и ее системы эксплуатации.

Перечисленные задачи решаются на всех этапах эксплуатации авиа­ ционной техники. Однако для каждого этапа эксплуатации (полет, ТО,ремонт)задачи,решаемыеспомощьюсистемконтроляи диагностики, имеют свою специфику (табл. 1.1).

Следуеттакжеотметить,чтоэффективностьТОнапрямуюзависит отэффективностисистемконтроляидиагностирования.Известно,что90% времени при ТО занимает процесс обнаружения неисправностей. Чем вышеэффективностьсредствдиагностики,тембыстреепроводитсяТО, тембольшеможнообеспечитьгодовойналет.Такимобразом,техниче­ скаядиагностикаявляетсяважнейшейсоставляющейсистемытехниче­ ской эксплуатации современных воздушных судов.

В настоящее время для оценки технического состояния авиационной техники ( в том числе и авиационных ГТД) используется широкий спектр методов диагностики.Эти методы весьма разнообразны и сильно отлича­ ются друг от друга физической сущностью и своими характеристиками. Знакомство с методами диагностики будем проводить с учетом сущест­ вующей в настоящее время системойих классификации, поскольку в классификации отраженафизическая сущность методов.

17

Таблица1.1.Специфика задач контроля и диагностирования для различных этапов эксплуатации

Задачи ЭтапыэксплуатацииАТ

Полет ТО Восстановление

опера­ тивное

периоди­ ческое

вАТБ назаводахГА

КонтрольТСКонтроль

исправно­ сти, рабо­ тоспо­ собности

Про­ верка готов­ ности к по­ лету

Контроль исправно­ сти, рабо­ тоспособ­ ности

Замена отка­ завших элемен­ тов, контроль изделия после замены, регули­ ровка

Входной кон­ троль, демон­ таж, ремонт, монтаж, выход­ ной контроль

Диагно­ стирование

Поиск неис­ правности

Поиск неисправно­ сти с глубиной до элемента, замена

Диагности­ рование эле­ ментов, идущих

Входное ди­ агностирование, демонтаж, де­

сглубиной

ирегулировкакото­назамену;заме­

фектации,ре­

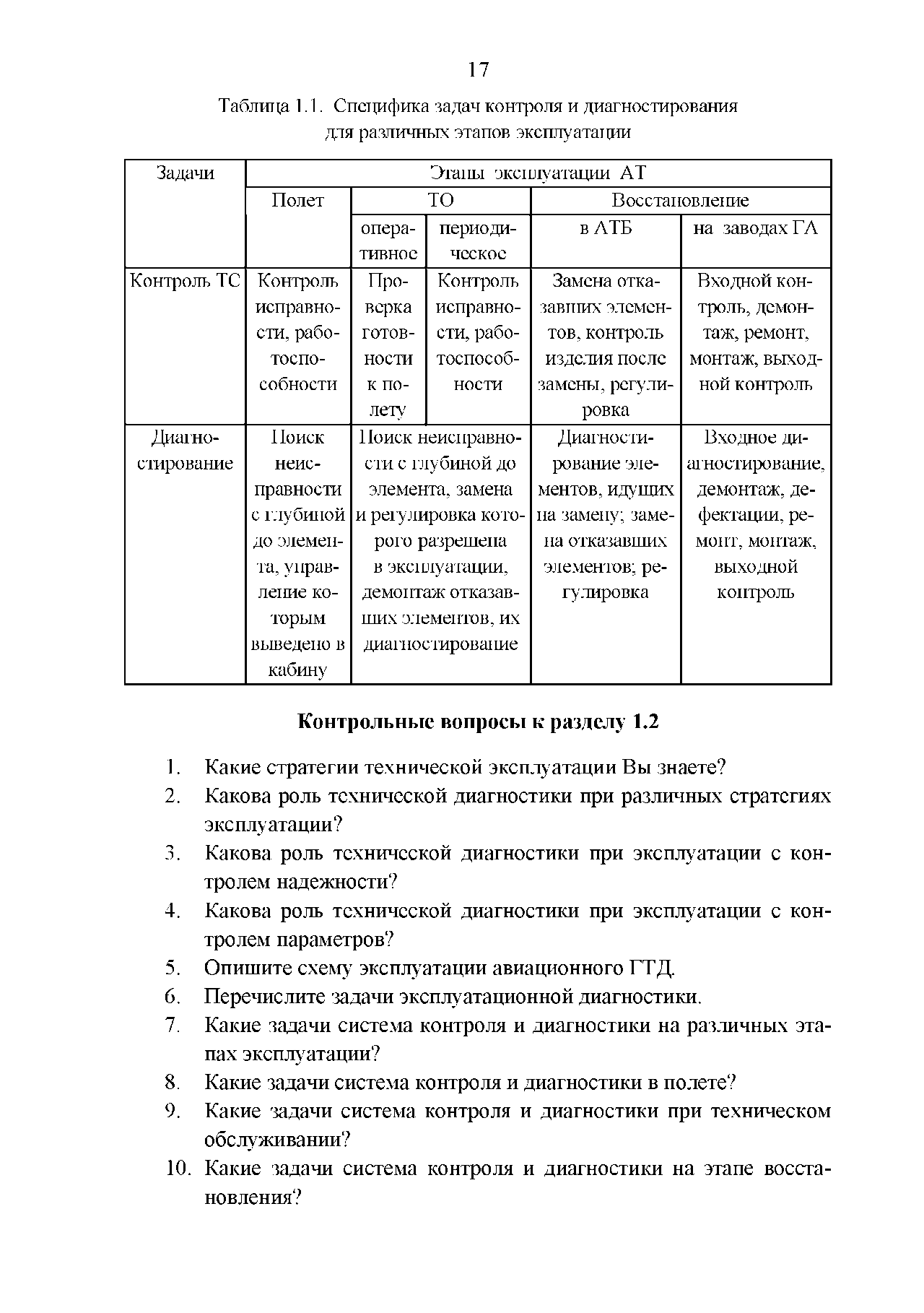
до элемен­ та, управ­ ление ко­ торым выведено в кабину

рого разрешена вэксплуатации,

демонтаж отказав­ ших элементов, их диагностирование

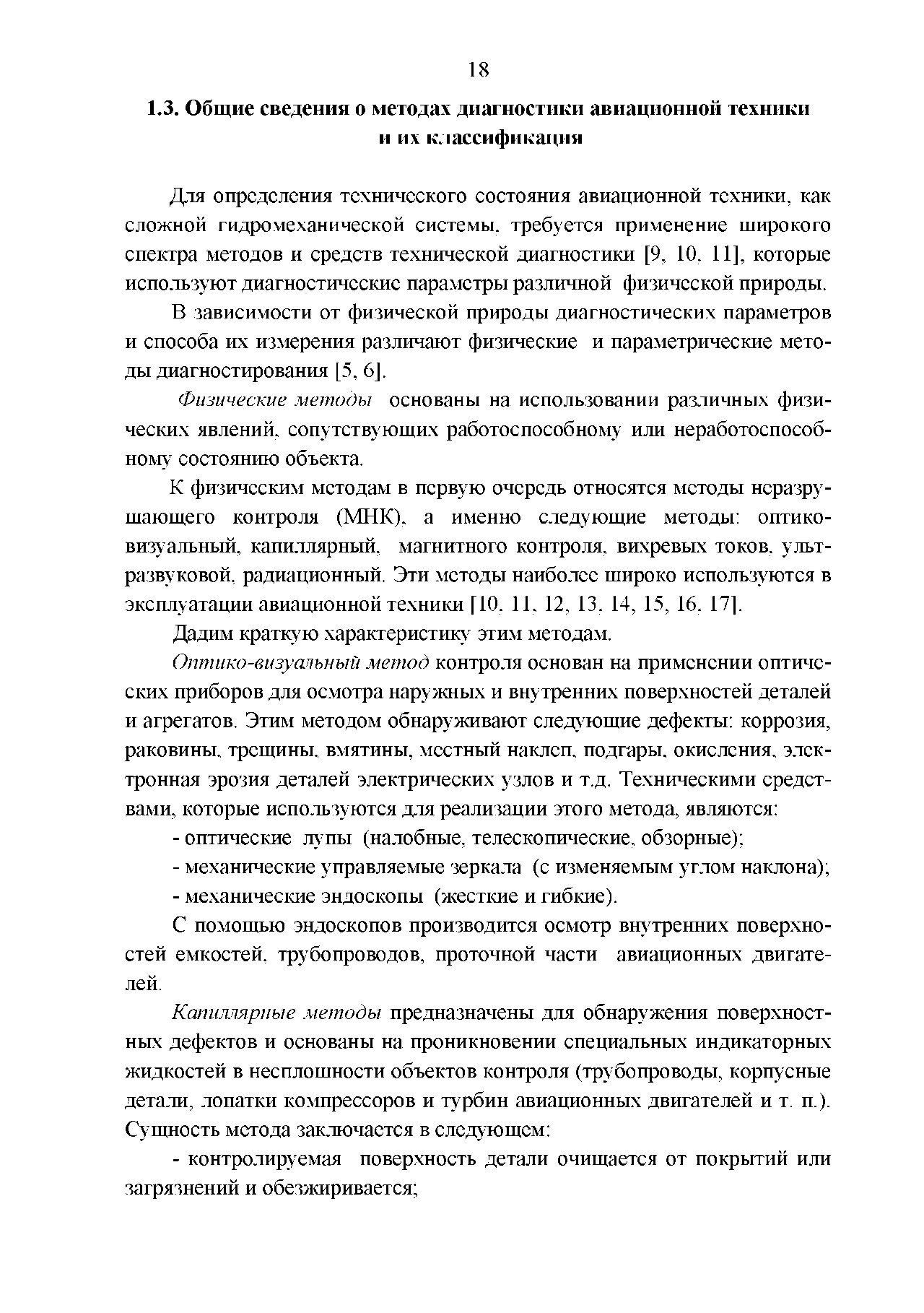
на отказавших элементов; ре­ гулировка

монт, монтаж, выходной контроль



**Контрольныевопросыкразделу1.2**

1. КакиестратегиитехническойэксплуатацииВызнаете?
2. Каковарольтехническойдиагностикиприразличныхстратегиях эксплуатации?
3. Каковарольтехническойдиагностикиприэксплуатациискон­тролем надежности?
4. Каковарольтехническойдиагностикиприэксплуатациискон­тролем параметров?
5. ОпишитесхемуэксплуатацииавиационногоГТД.
6. Перечислитезадачиэксплуатационнойдиагностики.
7. Какиезадачисистемаконтроляидиагностикинаразличныхэта­ пах эксплуатации?
8. Какиезадачисистемаконтроляидиагностикивполете?
9. Какиезадачисистемаконтроляидиагностикипритехническом обслуживании?
10. Какиезадачисистемаконтроляидиагностикинаэтапевосста­новления?

18

* 1. **Общиесведенияометодахдиагностикиавиационнойтехники и их классификация**

Дляопределениятехническогосостоянияавиационнойтехники,как сложнойгидромеханическойсистемы,требуетсяприменениеширокого спектраметодовисредствтехническойдиагностики[9,10,11],которые используютдиагностическиепараметрыразличнойфизическойприроды.

Взависимостиотфизическойприродыдиагностическихпараметровиспособаихизмеренияразличаютфизическиеипараметрическиемето­ ды диагностирования [5, 6].

*Физические методы*основаны на использовании различных физи­ ческих явлений, сопутствующих работоспособному или неработоспособ­ному состоянию объекта.

К физическим методам в первую очередь относятся методы неразру­ шающего контроля (МНК), а именно следующие методы: оптико­визуальный, капиллярный,магнитного контроля, вихревых токов, ульт­ развуковой, радиационный. Эти методы наиболее широко используются в эксплуатации авиационной техники[10,11,12,13,14,15,16,17].

Дадимкраткуюхарактеристикуэтимметодам.

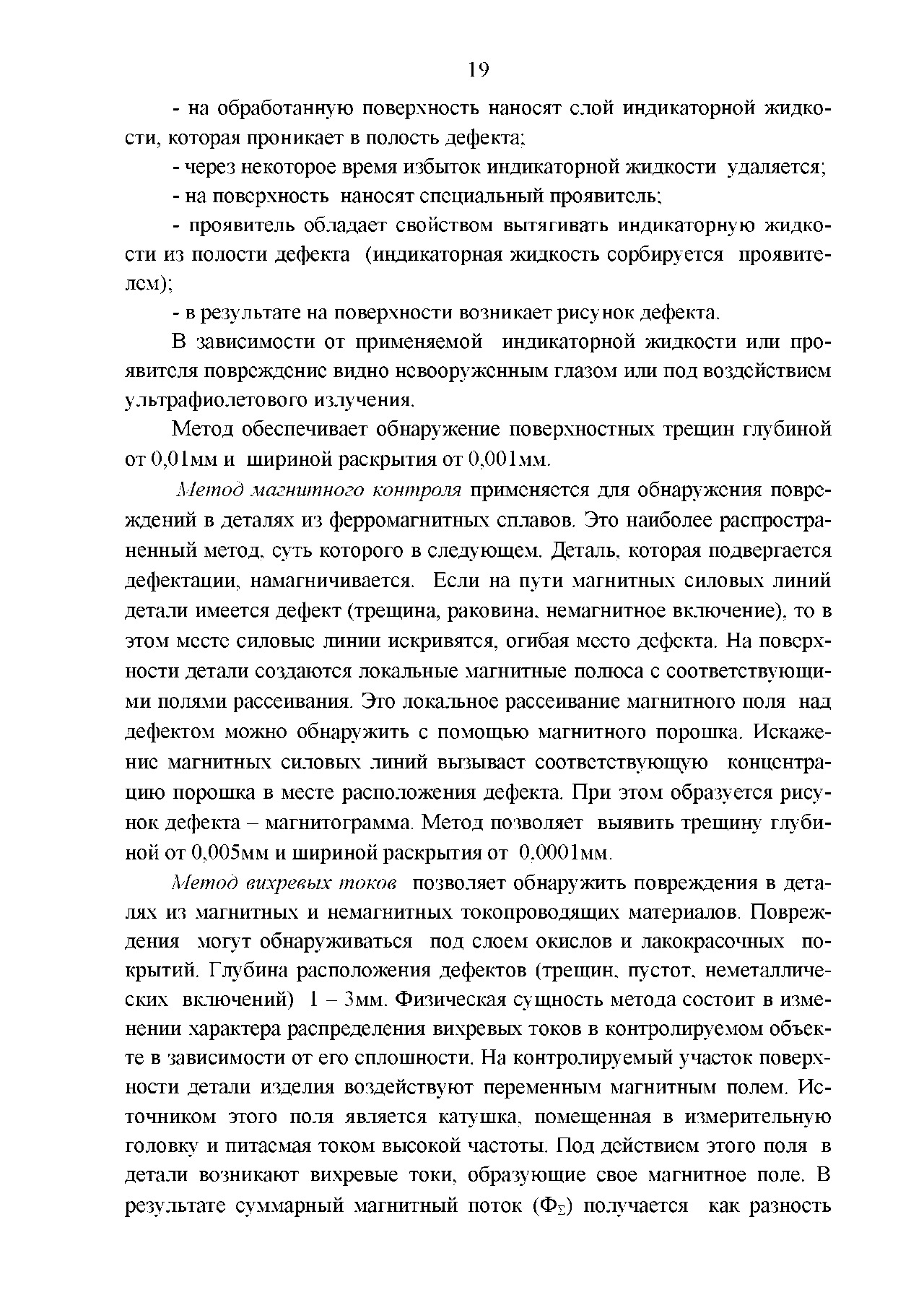
*Оптико-визуальный метод* контроля основан на применении оптиче­ скихприборовдляосмотранаружныхивнутреннихповерхностейдеталей и агрегатов. Этим методом обнаруживают следующие дефекты: коррозия, раковины, трещины, вмятины, местный наклеп, подгары, окисления, элек­ тронная эрозия деталей электрических узлов и т.д. Техническими средст­вами,которыеиспользуются дляреализацииэтогометода,являются:

* оптическиелупы(налобные,телескопические,обзорные);
* механическиеуправляемыезеркала(сизменяемымугломнаклона);
* механическиеэндоскопы(жесткиеигибкие).

С помощью эндоскопов производится осмотр внутренних поверхно­стейемкостей,трубопроводов,проточнойчастиавиационныхдвигате­лей.

*Капиллярныеметоды*предназначеныдляобнаруженияповерхност­ ных дефектов и основаны на проникновении специальных индикаторных жидкостей в несплошности объектов контроля (трубопроводы, корпусные детали, лопатки компрессоров и турбин авиационных двигателей и т. п.). Сущность метода заключается в следующем:

* контролируемаяповерхность детали очищается от покрытий или загрязнений и обезжиривается;

19

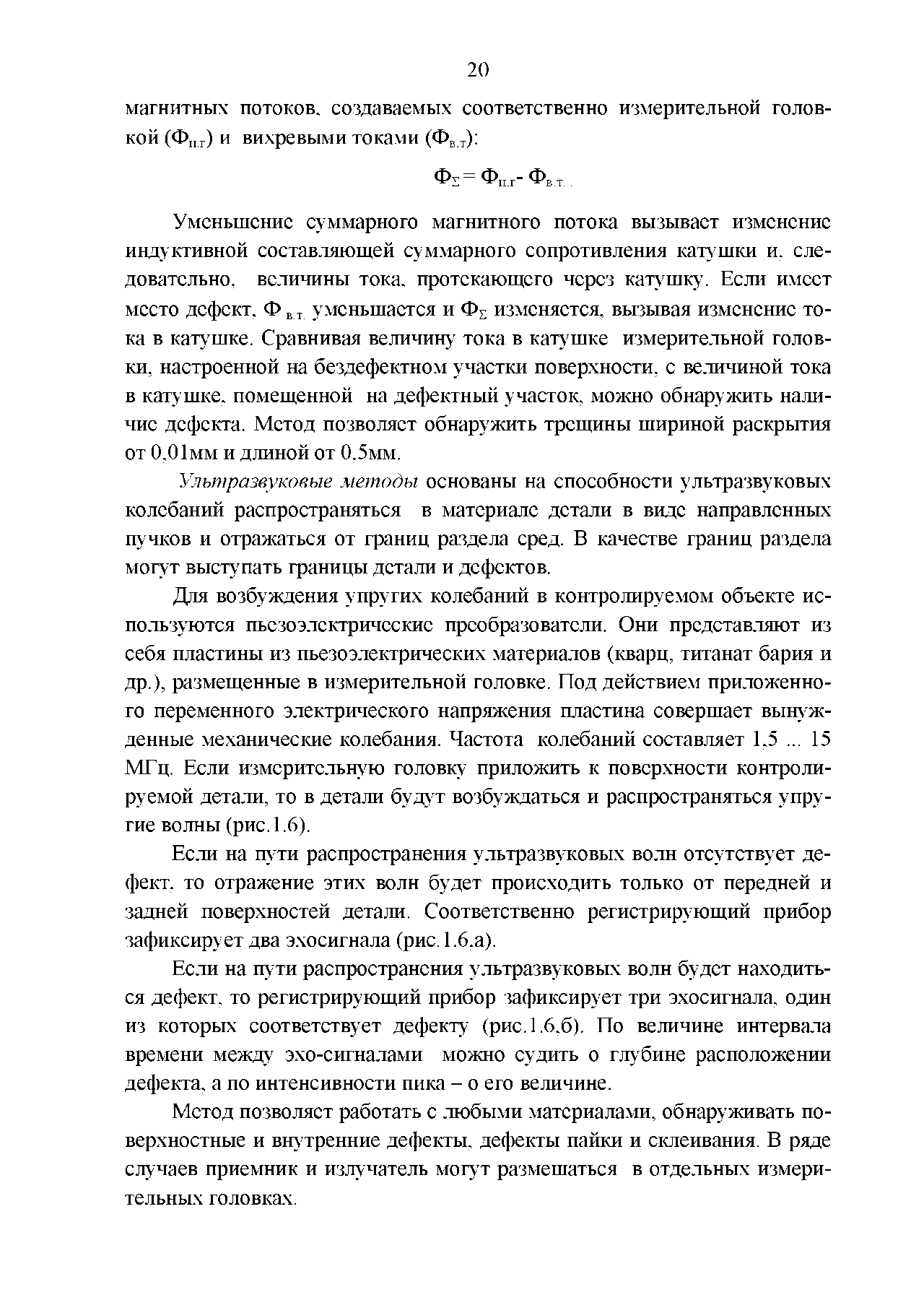
* наобработаннуюповерхностьнаносятслойиндикаторнойжидко­ сти, которая проникает в полость дефекта;
* черезнекотороевремяизбытокиндикаторнойжидкостиудаляется;
* наповерхностьнаносятспециальныйпроявитель;
* проявительобладаетсвойствомвытягиватьиндикаторнуюжидко­ сти из полости дефекта(индикаторная жидкостьсорбируетсяпроявите­ лем);
* врезультатенаповерхностивозникаетрисунокдефекта.

В зависимости от применяемойиндикаторной жидкости или про­ явителя повреждение видно невооруженным глазом или под воздействием ультрафиолетового излучения.

Методобеспечиваетобнаружениеповерхностныхтрещинглубинойот 0,01мм ишириной раскрытия от 0,001мм.

*Метод магнитного контроля* применяется для обнаружения повре­ ждений в деталях из ферромагнитных сплавов. Это наиболее распростра­ ненный метод, суть которого в следующем. Деталь, которая подвергается дефектации, намагничивается.Если на пути магнитных силовых линийдетали имеется дефект (трещина, раковина, немагнитное включение), то вэтом месте силовые линии искривятся, огибая место дефекта. На поверх­ностидеталисоздаютсялокальныемагнитныеполюсассоответствующи­ ми полями рассеивания. Эго локальное рассеивание магнитного полянад дефектомможнообнаружитьспомощьюмагнитногопорошка.Искаже­ ниемагнитныхсиловыхлинийвызываетсоответствующуюконцентра­ циюпорошкавместерасположениядефекта.Приэтомобразуетсярису­ нок дефекта -магнитограмма.Методпозволяетвыявитьтрещинуглуби­ ной от0,005мми шириной раскрытия от0,0001мм.

*Методвихревыхтоков*позволяетобнаружитьповреждениявдета­ лях из магнитных и немагнитных токопроводящих материалов. Повреж­дениямогут обнаруживатьсяпод слоем окислов и лакокрасочныхпо­ крытий.Глубина расположениядефектов(трещин,пустот,неметалличе­ скихвключений)1 -Змм. Физическая сущность метода состоит в изме­ нениихарактерараспределениявихревыхтоковвконтролируемомобъек­ те в зависимости от его сплошности. На контролируемый участок поверх­ ности детали изделия воздействуют переменным магнитным полем. Ис­ точником этого поля является катушка, помещенная в измерительнуюголовку и питаемая током высокой частоты. Под действием этого поляв детали возникают вихревые токи, образующие свое магнитное поле. В результатесуммарныймагнитныйпоток(ФЭполучаетсякакразность

20

магнитныхпотоков,создаваемыхсоответственноизмерительнойголов­ кой (Фиг) ивихревыми токами (Фвх):

Фе=Фиг-Фвт

Уменьшение суммарного магнитного потока вызывает изменение индуктивной составляющей суммарного сопротивления катушки и, сле­ довательно,величинытока,протекающегочерезкатушку.Еслиимеет местодефект,ФвтуменьшаетсяиФЕизменяется,вызываяизменението­ кавкатушке.Сравниваявеличинутокавкатушкеизмерительнойголов­ ки,настроеннойнабездефектномучасткиповерхности,свеличинойтокавкатушке,помещеннойна дефектный участок,можнообнаружитьнали­ чиедефекта.Методпозволяетобнаружитьтрещиныширинойраскрытияот 0,01мм и длиной от 0,5мм.

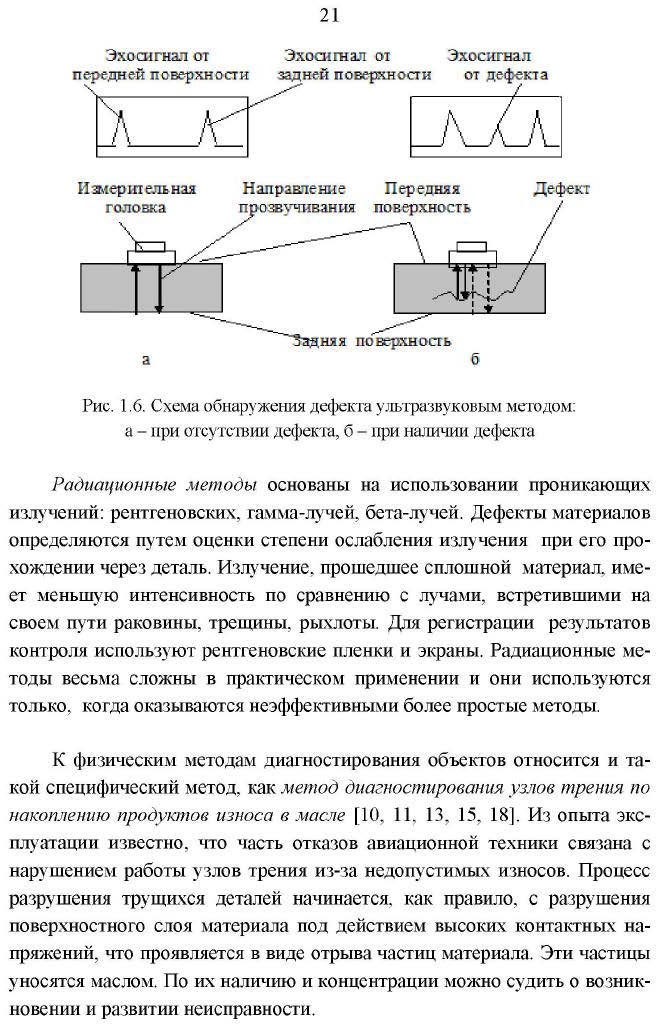
*Ультразвуковые методы* основаны на способности ультразвуковых колебаний распространятьсяв материале деталив виденаправленных пучковиотражаться отграницразделасред.Вкачествеграниц раздела могут выступать границы детали и дефектов.

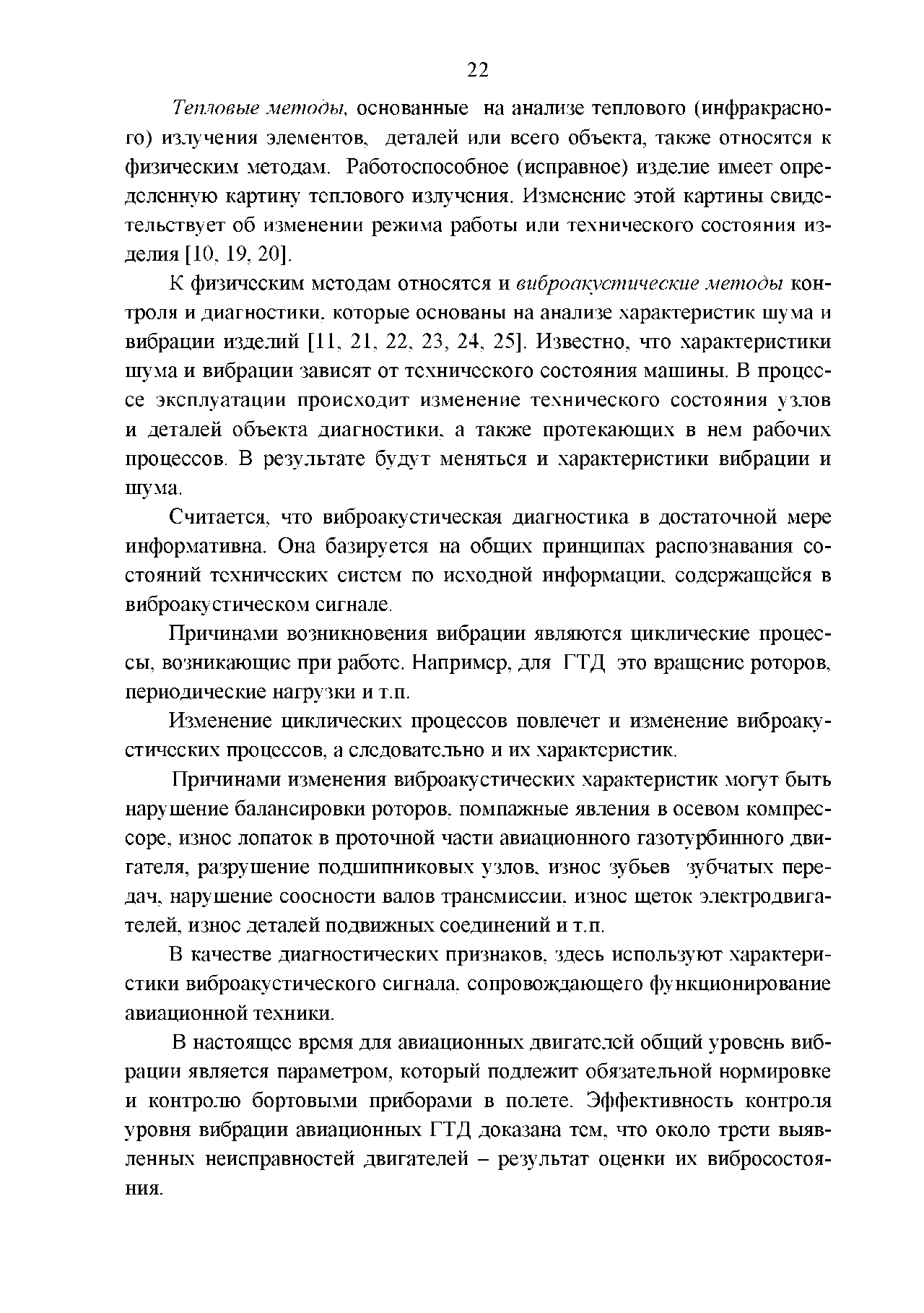
Для возбуждения упругих колебаний в контролируемом объекте ис­ пользуютсяпьезоэлектрическиепреобразователи.Онипредставляютизсебя пластины из пьезоэлектрических материалов (кварц, титанат бария идр.),размещенныевизмерительнойголовке.Поддействиемприложенно­ го переменного электрического напряжения пластина совершает вынуж­ денные механические колебания. Частотаколебаний составляет 1,5 ...15 МГц. Если измерительную головку приложить к поверхности контроли­ руемойдетали,товдеталибудутвозбуждатьсяираспространятьсяупру­ гие волны (рис. 1.6).

Если на пути распространения ультразвуковых волн отсутствует де­ фект,тоотражениеэтихволнбудетпроисходить толькоотпереднейи задней поверхностей детали. Соответственно регистрирующий прибор зафиксирует два эхосигнала (рис. 1.6,а).

Еслинапутираспространенияультразвуковыхволнбудетнаходить­ сядефект,торегистрирующийприборзафиксируеттриэхосигнала,один из которых соответствует дефекту (рис.1.6,6). По величине интервалавремени между эхо-сигналамиможно судить о глубине расположении дефекта,а поинтенсивности пика -о еговеличине.

Метод позволяет работать с любыми материалами, обнаруживать по­ верхностные и внутренние дефекты, дефекты пайки и склеивания. В ряде случаев приемник и излучатель могут размешатьсяв отдельных измери­ тельных головках.



22

*Тепловые методы,*основанныенаанализетеплового(инфракрасно­ го) излучения элементов,деталей или всего объекта, также относятся к физическим методам.Работоспособное (исправное) изделие имеет опре­ деленную картину теплового излучения. Изменение этой картины свиде­ тельствует об изменении режима работы или технического состояния из­ делия [10,19, 20].

К физическим методам относятся и *виброакустические методы* кон­ троля и диагностики, которые основаны на анализе характеристик шума и вибрацииизделий[11,21,22,23,24,25].Известно,чтохарактеристики шумаивибрациизависятоттехническогосостояниямашины.Впроцес­ сеэксплуатациипроисходитизменениетехническогосостоянияузлов и деталей объекта диагностики, а также протекающих в нем рабочих процессов.Врезультатебудутменятьсяихарактеристикивибрациии шума.

Считается, что виброакустическая диагностика в достаточной мере информативна. Она базируется на общих принципах распознавания со­ стояний технических систем по исходной информации, содержащейся в виброакустическом сигнале.

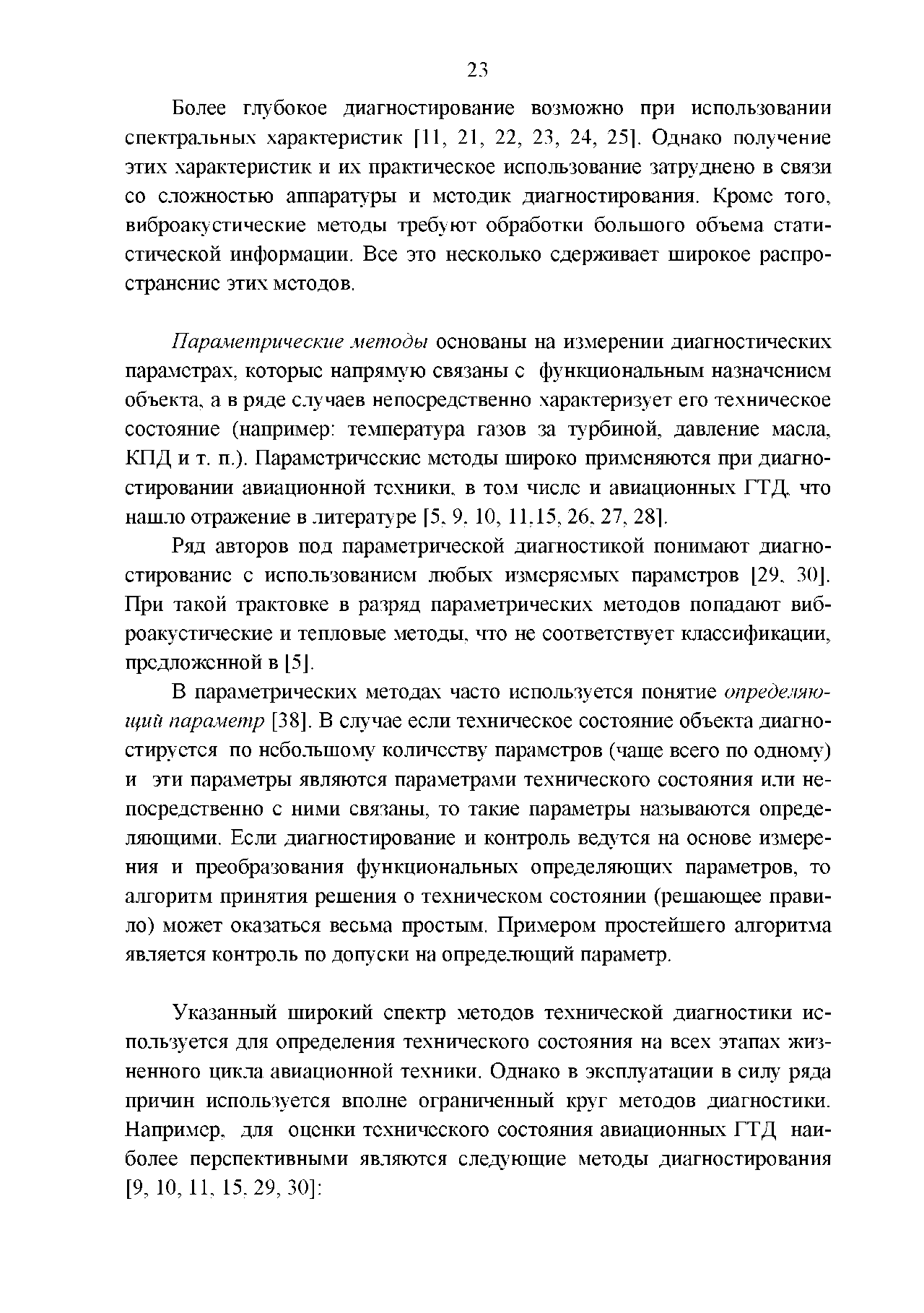
Причинамивозникновениявибрацииявляютсяциклическиепроцес­ сы, возникающие при работе. Например, дляГТДэто вращение роторов, периодические нагрузки и т.п.

Изменение циклических процессов повлечет и изменение виброаку- стических процессов,а следовательнои их характеристик.

Причинами изменения виброакустических характеристик могут быть нарушение балансировки роторов, помпажные явления в осевом компрес­ соре, износ лопаток в проточной части авиационного газотурбинного дви­ гателя,разрушениеподшипниковыхузлов,износзубьевзубчатыхпере­ дач, нарушение соосности валов трансмиссии, износ щеток электродвига­ телей,износ деталей подвижных соединений и т.п.

В качестве диагностических признаков, здесь используют характери­ стики виброакустического сигнала, сопровождающего функционирование авиационной техники.

В настоящее время для авиационных двигателей общий уровень виб­ рацииявляетсяпараметром,которыйподлежитобязательнойнормировкеиконтролюбортовымиприборамивполете.Эффективностьконтроля уровня вибрации авиационных ГТД доказана тем, что около трети выяв­ ленныхнеисправностейдвигателей-результатоценкиихвибросостоя­ ния.

23

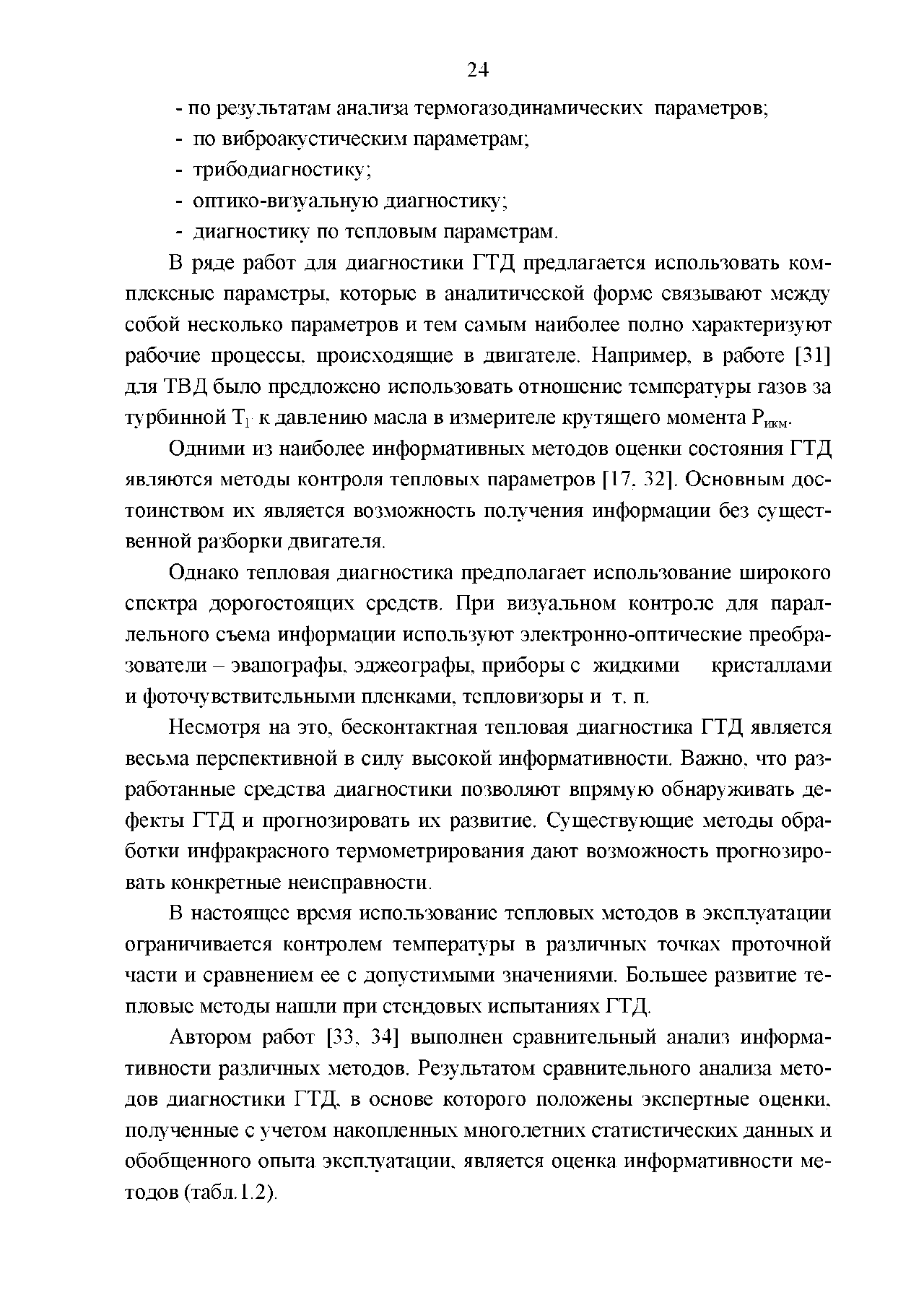
Более глубокое диагностирование возможно при использовании спектральныххарактеристик[11,21,22,23,24,25].Однакополучение этиххарактеристикиихпрактическоеиспользованиезатрудненовсвязи со сложностью аппаратуры и методик диагностирования. Кроме того, виброакустические методы требуют обработки большого объема стати­ стической информации. Все это несколько сдерживает широкое распро­ странение этих методов.

*Параметрические методы* основаны на измерении диагностических параметрах, которые напрямую связаны сфункциональным назначением объекта, а в ряде случаев непосредственно характеризует его техническое состояние(например:температурагазовзатурбиной,давлениемасла,КПД и т. п.). Параметрические методы широко применяются при диагно­ стировании авиационной техники, в том числе и авиационных ГТД, чтонашло отражение в литературе[5,9,10,11,15, 26,27, 28].

Ряд авторов под параметрической диагностикой понимают диагно­ стированиесиспользованиемлюбыхизмеряемыхпараметров[29,30]. При такой трактовке в разряд параметрических методов попадают виб­ роакустические и тепловые методы, что не соответствует классификации, предложенной в [5].

Впараметрическихметодах частоиспользуется понятие*определяю­ щий параметр* [38]. В случае если техническое состояние объекта диагно­ стируетсяпонебольшомуколичествупараметров(чащевсегопоодному) иэти параметры являются параметрами технического состояния или не­ посредственно с ними связаны, то такие параметры называются опреде­ ляющими.Еслидиагностированиеиконтрольведутсянаосновеизмере­ ния и преобразования функциональных определяющих параметров, то алгоритмпринятиярешенияотехническомсостоянии(решающееправи­ ло) может оказаться весьма простым. Примером простейшего алгоритма являетсяконтрольпо допускина определющийпараметр.

Указанный широкий спектр методов технической диагностики ис­ пользуется для определения технического состояния на всех этапах жиз­ ненного цикла авиационной техники. Однако в эксплуатации в силу ряда причин используется вполне ограниченный круг методов диагностики. Например,дляоценки техническогосостояния авиационных ГТДнаи­ болееперспективнымиявляютсяследующиеметодыдиагностирования [9,10, 11,15,29, 30]:

24

* порезультатаманализатермогазодинамическихпараметров;
* повиброакустическимпараметрам;
* трибодиагностику;
* оптико-визуальнуюдиагностику;
* диагностикупотепловымпараметрам.

В ряде работ для диагностики ГТД предлагается использовать ком­ плексные параметры, которые в аналитической форме связывают междусобой несколько параметров и тем самым наиболее полно характеризуют рабочиепроцессы,происходящиевдвигателе.Например,вработе[31] для ТВД было предложено использовать отношение температуры газов за турбинной Тг к давлениюмасла в измерителекрутящегомомента PmM.

Одними из наиболее информативных методов оценки состояния ГТД являются методы контроля тепловых параметров [17, 32]. Основным дос­ тоинством их является возможность получения информации без сущест­ венной разборки двигателя.

Однако тепловая диагностика предполагает использование широкого спектра дорогостоящих средств. При визуальном контроле для парал­ лельного съема информации используют электронно-оптические преобра­ зователи-эвапографы,эджеографы,приборысжидкимикристаллами ифоточувствительными пленками,тепловизорыит.п.

Несмотря на это, бесконтактная тепловая диагностика ГТД является весьма перспективной в силу высокой информативности. Важно, что раз­ работанные средства диагностики позволяют впрямую обнаруживать де­ фекты ГТД и прогнозировать их развитие.Существующие методы обра­ботки инфракрасного термометрирования дают возможность прогнозиро­вать конкретные неисправности.

В настоящее время использование тепловых методов в эксплуатации ограничиваетсяконтролемтемпературывразличныхточкахпроточной части и сравнением ее с допустимыми значениями. Большее развитие те­ пловыеметоды нашлипристендовых испытаниях ГТД.

Автором работ [33, 34] выполнен сравнительный анализ информа­ тивностиразличныхметодов.Результатомсравнительногоанализамето­ дов диагностики ГТД, в основе которого положены экспертные оценки, полученные с учетом накопленных многолетних статистических данных и обобщенного опыта эксплуатации, является оценка информативности ме­ тодов (табл. 1.2).

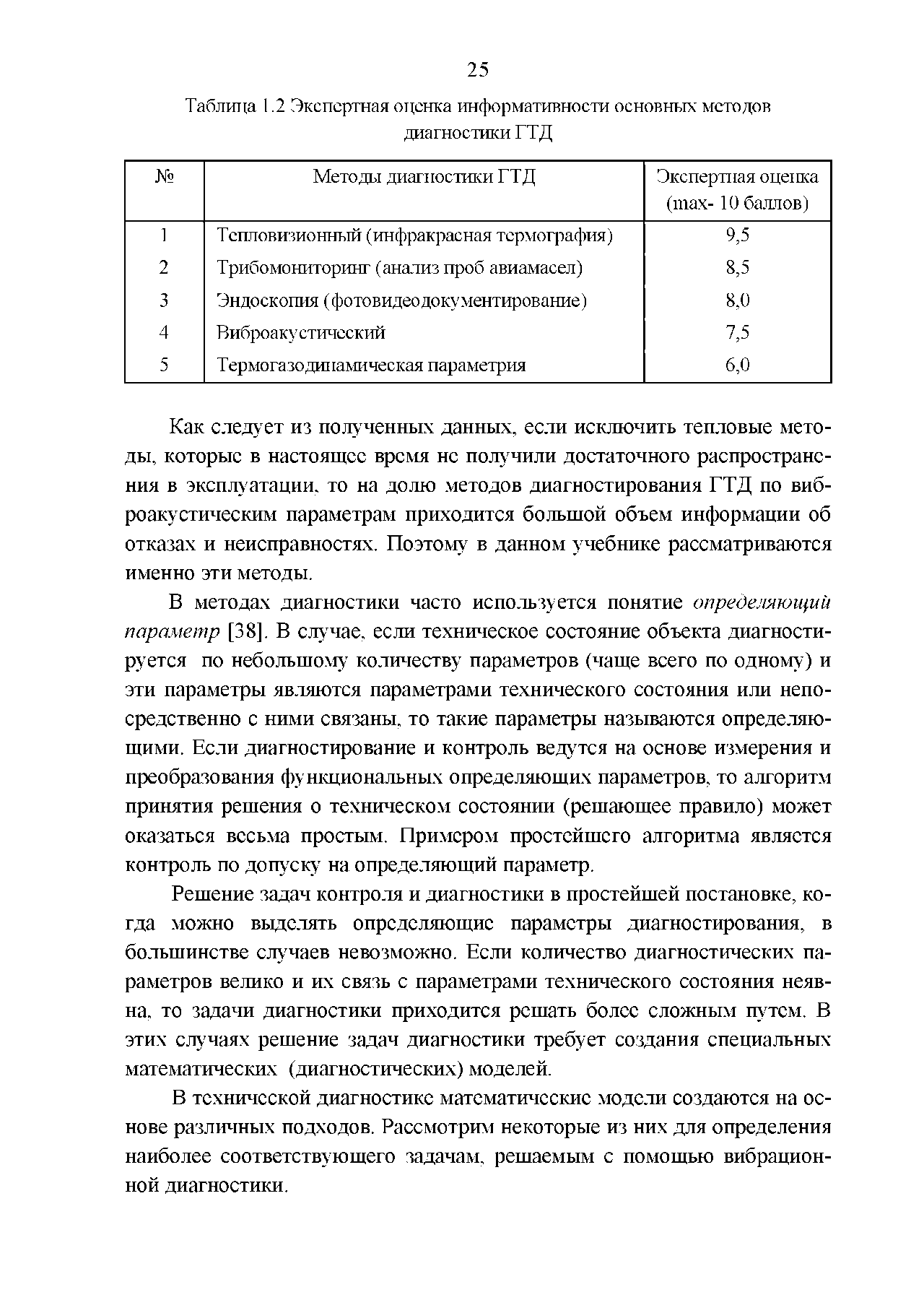
25

Таблица1.2 Экспертная оценка информативности основных методовдиагностики ГТД

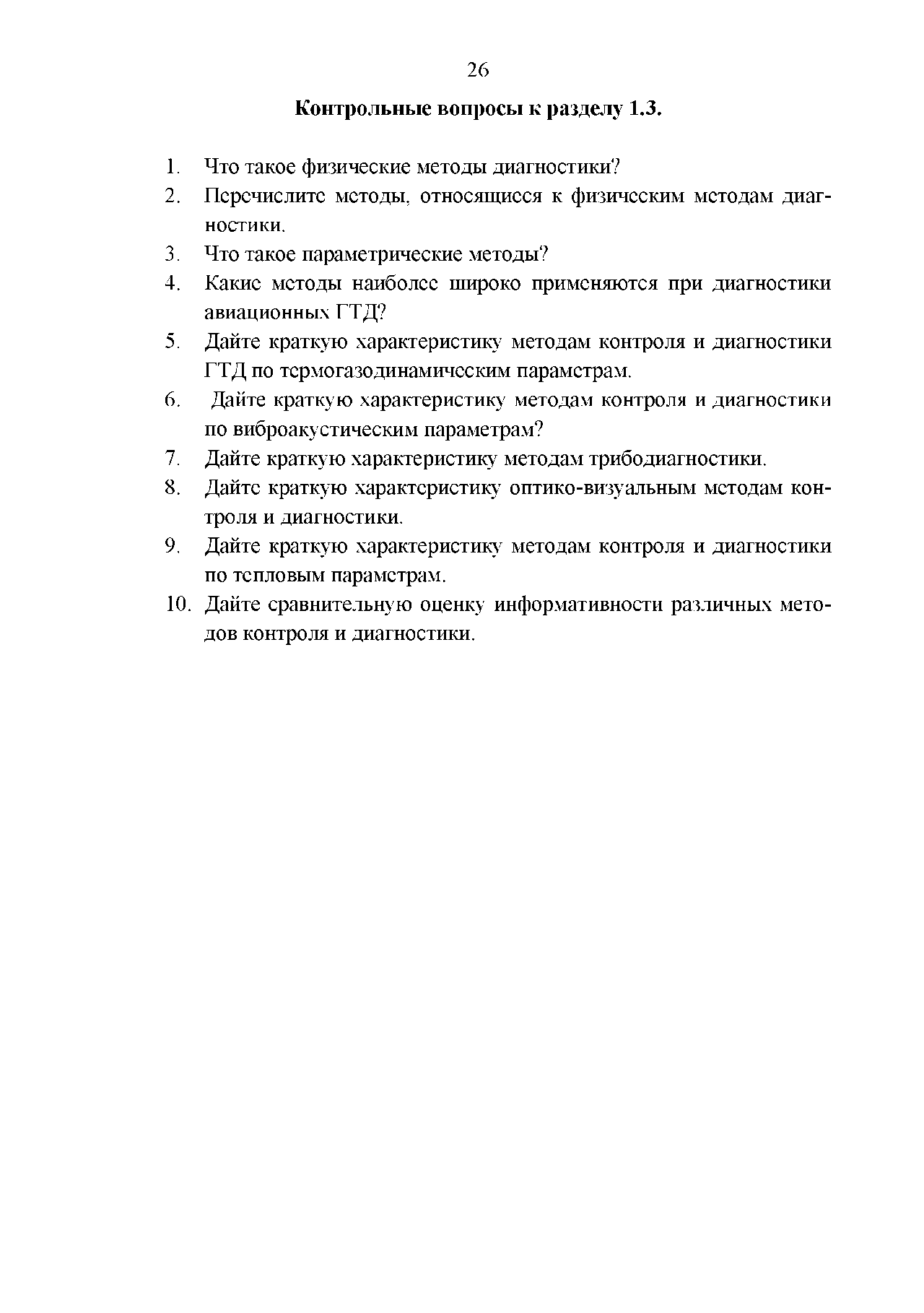
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | МетодыдиагностикиГТД | Экспертнаяоценка |
|  |  | (max-10баллов) |
| 1 | Тепловизионный(инфракраснаятермография) | 9,5 |
| 2 | Трибомониторинг(анализпробавиамасел) | 8,5 |
| 3 | Эндоскопия(фотовидеодокументирование) | 8,0 |
| 4 | Виброакустический | 7,5 |
| 5 | Термогазодинамическаяпараметрия | 6,0 |

Какследуетизполученныхданных,еслиисключитьтепловыемето­ ды,которыевнастоящеевремянеполучилидостаточногораспростране­ ния в эксплуатации, то на долю методов диагностирования ГТД по виб- роакустическим параметрам приходится большой объем информации об отказах и неисправностях. Поэтому в данном учебнике рассматриваются именно эти методы.

В методах диагностики часто используется понятие *определяющий параметр* [38]. В случае, если техническое состояние объекта диагности­ руетсяпонебольшомуколичествупараметров(чащевсегопоодному)и эти параметры являются параметрами технического состояния или непо­ средственно с ними связаны, то такие параметры называются определяю­ щими. Если диагностирование и контроль ведутся на основе измерения и преобразования функциональных определяющих параметров, то алгоритм принятия решения о техническом состоянии (решающее правило) может оказаться весьма простым. Примером простейшего алгоритма является контроль по допускуна определяющий параметр.

Решениезадач контроля и диагностики в простейшей постановке,ко­ гда можно выделять определяющие параметры диагностирования, в большинстве случаев невозможно. Если количество диагностических па­ раметроввеликоиихсвязьспараметрамитехническогосостояниянеяв­ на,тозадачидиагностикиприходитсярешатьболеесложнымпутем.В этих случаях решение задач диагностики требует создания специальных математических(диагностических) моделей.

В технической диагностике математические модели создаются на ос­ нове различных подходов. Рассмотрим некоторые из них для определения наиболеесоответствующегозадачам,решаемымспомощьювибрацион­ ной диагностики.

26

**Контрольныевопросыкразделу1.3.**

* + 1. Чтотакоефизическиеметодыдиагностики?
    2. Перечислитеметоды,относящиесякфизическимметодамдиаг­ностики.
    3. Чтотакоепараметрическиеметоды?
    4. Какиеметодынаиболееширокоприменяютсяпридиагностикиавиационных ГТД?
    5. Дайтекраткуюхарактеристикуметодамконтроляидиагностики ГТД по термогазодинамическим параметрам.
    6. Дайтекраткуюхарактеристикуметодамконтроляидиагностики по виброакустическим параметрам?
    7. Дайтекраткуюхарактеристикуметодамтрибодиагностики.
    8. Дайтекраткуюхарактеристикуоптико-визуальнымметодамкон­ троля и диагностики.
    9. Дайтекраткуюхарактеристикуметодамконтроляидиагностики по тепловым параметрам.
    10. Дайтесравнительнуюоценкуинформативностиразличныхмето­ дов контроля и диагностики.