

УДК 801.7+378

Г. М. Петрова

## МОДЕЛЬ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ТЕКСТА-РАСЧЕТА И ЕЕ ЛИНГВИСТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

*Проведено комплексное исследование инженерно-технических текстов-расчетов. Подробно рассмотрены структура, система построения, подтипы данных текстов. Представлена разработанная модель смысловой и логической организации текста-расчета, дано ее описание с учетом коммуникативных задач и учебных стратегий. Приведены установленные текстовые маркеры, соответствующие каждому компоненту модели.*

Тематическое содержание инженерно-технического текста-расчета составляет стройная логическая система решения выдвинутой задачи на основе проведенного анализа фактов, технических объектов, технологических процессов, различных цифровых показателей.

Данная разновидность текста представляет в инженерно-технических текстах функционально-смысловой тип речи рассуждение. При этом основная коммуникативная задача автора расчета состоит в том, чтобы получить новые данные путем создания особой цепи взаимосвязанных умозаключений и дать им объяснение. Однако хотя доминантная целевая установка автора инженерного расчета — сообщить новую информацию, новые знания об объекте, он ставит перед собой ряд не менее важных подзадач: определение объекта расчета исходных параметров и ограничений, разработка способа осуществления этого расчета, получение новых знаний об объекте расчета, объяснение и доказательство правильности осуществления расчета, его практической необходимости.

Аргументированное убеждение адресата в правильности выбранного пути — необходимая установка автора текста. Поэтому одной из специфических особенностей инженерных расчетов является их вариативность: автор может вначале представить проектировочные, предварительные расчеты без учета побочных факторов, влияющих на объекты расчета, затем — варианты. Они рассчитываются по определенным средним значениям основных параметров. Далее следуют окончательные расчеты, учитывающие установленные побочные факторы, с объяснением важности и необходимости данных действий и нако-

нец — контрольные, которые служат проверкой исследований и окончательным подтверждением их результатов. Разумеется, данная схема представления расчетов нечасто находит свое отражение в инженерно-технических текстах учебников и учебных пособий, поскольку это не всегда целесообразно. Так, контрольные расчеты представляются автором только в тех случаях, когда существует возможность проверки проектировочного расчета на практике.

Выделим два подтипа текстов-расчетов:

1) расчет количественных и качественных параметров и характеристик конкретных материальных объектов (узлов и деталей приборов, агрегатов, машин) и технологических процессов;

2) расчет по определению зависимостей между параметрами и техническими характеристиками технических объектов и процессов.

Данные подтипы также различаются на основании специфики коммуникативных подзадач. Как правило, в расчете умозаключения выражаются при помощи математических символов, поэтому установленные подтипы характеризуются наличием формул, т.е. определенной условной общепринятой совокупности буквенных или цифровых изображений, символов (или их сочетаний), соединенных математическими знаками.

При этом для первого подтипа текстов характерно использование готовых, уже полученных формул, процесс их вывода здесь играет вспомогательную роль. Коммуникативная подзадача, которая в этом случае ставится автором, — получение решения в виде конкретных числовых величин.

**Пример 1.** Расчетное количество оборудования  $C_p$  на каждую технологическую операцию определяется по формуле

$$C_p = \frac{T\Pi}{\Phi_d},$$

где  $T$  — трудоемкость операции, ч;  $\Pi$  — годовая производственная программа выпуска деталей на данной операции;  $\Phi_d$  — действительный годовой фонд времени работы оборудования при работе в одну смену.

Для второго подтипа текста-расчета характерна коммуникативная подзадача получения решения в виде вывода формул, уравнений.

**Пример 2.** Вообще же если для газов постоянного химического состава в условиях адиабатического течения уравнение энергии (4.4) имело вид

$$H + \frac{W_2}{2} = \text{const},$$

то для газов переменного состава имеем

$$U_x + H + \frac{W_2}{2} = \text{const},$$

где  $U_x$  — химическая энергия, отсчитываемая от некоторого условно взятого уровня.

Теперь в уравнение энергии добавилось еще одно переменное слагаемое  $U_x$ . По мере продвижения потока по соплу в газах протекают химические реакции догорания и рекомбинации. При этом выделяется теплота, и химическая энергия падает, как и энтальпия  $H$ .

Таким образом, увеличение скорости потока  $w$  может быть достигнуто только за счет полной энтальпии

$$J = U_x + H,$$

а уравнение энергии запишется следующим образом:

$$J + \frac{W_2}{2} = \text{const}.$$

Композиционными компонентами рассуждения являются тезис, декодирующая часть и вывод при основной организующей функции тезиса, структурными фрагментами доказательства (как вида рассуждения или самостоятельного способа изложения) — тезис, аргументация, вывод.

Данная схема верна и для инженерного расчета, при этом аргументация носит доказательно-подтверждающий характер. (Аргументация-опровержение, характеризующаяся наличием структурного фрагмента “антитезис”, как правило, не находит применения в данном типе текста, так как она используется для получения результата, свидетельствующего о несостоятельности описываемого метода или способа расчета.) Тезис содержит основную информацию, которая получает свое раскрытие и подтверждение в декодирующей части. Если рассматривать тезис отвлеченно от декодирующей части расчета, то он будет восприниматься как введение в тему.

Для текста-расчета характерны отношения логического следования высказываний, четкие причинно-следственные связи. Динамика его развития, композиция следующие: сначала дается общая информация о теме расчета, далее следуют собственно расчеты, которые могут сопровождаться детальным объяснением, указанием причин выбора определенного метода. Последняя часть содержит вывод с подтверждением правильности осуществления расчета.

Подчеркнем, что инженерный расчет — это специфический тип текста, находящий свое воплощение только в письменной форме. Если рассматривать типы текстов, в которых присутствуют инженерные расчеты, то можно отметить, что главное в инженерном расчете — конечный и промежуточные результаты и их использование, процесс получения новых знаний имеет второстепенное значение. Цель расчета состоит не в том, чтобы убедить адресата в справедливости какого-то положения, гипотезы, закона и т.д. Правильность инженерного расчета проверяется практикой, и сам он производится для того, чтобы его использовать в дальнейшем, а также чтобы на его основе получить конкретные результаты. Поэтому задача автора расчета — дать выраженную в текстовой форме с использованием специальных символов новую информацию для ее последующего практического применения.

На семантическом уровне для построения смысловой и логической организации инженерно-технических текстов проведен анализ 150 текстов-расчетов, который выявил следующие смысловые компоненты, организующие данные тексты: цели и задачи расчета; параметры и характеристики, используемые в расчете; процесс расчета; результат расчета.

Рассмотрим каждый смысловой компонент модели.

**1. Цели и задачи расчета.** С помощью данного смыслового компонента в тексте реализуются коммуникативные задачи выбора и определения объекта расчета, целей и задач, практической значимости.

*Задачами компоновки в данном проекте являются: окончательное определение форм и размеров, характеризующих внешнюю конфигурацию самолета, определение необходимых объемов (отсеков) для размещения целевой нагрузки.*

*Посмотрим, каким образом в приборе формируется интеграл от перегрузки.*

*Цель — определение по заданным требованиям и частотным характеристикам фильтра его передаточной функции.*

**2. Параметры и характеристики расчета.** С помощью данного смыслового компонента в тексте реализуется коммуникативная задача установления исходных параметров и ограничений, определения основных показателей расчета и их практического значения. Собственно исходные данные задают параметры расчета и служат основой для решения поставленной задачи. К ним относятся схемы, эскизы объекта, его весовые, высотные, скоростные характеристики, геометрические параметры, характеристики их зависимостей.

*При решении различных задач, связанных с расчетом траектории ракеты, с устойчивостью движения, с тепловыми и прочностными расчетами, возникает необходимость вводить системы отсчета времени и положения ракеты в пространстве.*

**3. Процесс расчета.** С помощью данного смыслового компонента в тексте реализуются коммуникативные задачи поиска оптимального варианта расчета, выбора способа его осуществления путем создания цепи взаимосвязанных умозаключений, объяснение расчета, его практической необходимости, получение результата расчета. Цель, которую ставит перед собой автор, — установить влияние определенных факторов на объект исследования, определить параметры этих факторов, используя измерения, методы математического моделирования. Как правило, параметры расчета выражаются математическими символами, с их помощью автор обосновывает правильность выбранных для расчета готовых формул и методики. Отметим тесную логическую связь компонентов 2 и 3, проявляющуюся в том, что сам процесс расчета часто начинается с введения его условий.

*Считая, что... малы по сравнению с (1) и имеют одинаковый порядок малости  $E$ , применяя метод последовательных приближений и гармонической линеаризации, в первом приближении получим...*

**4. Результат расчета.** С помощью данного смыслового компонента в тексте реализуется коммуникативная задача вывода-констатации или вывода-оценки полученного результата. Это обычно осуществляется в форме заключительного утверждения о полученном результате, ценности, значимости проведенного расчета, а также о возможной дальнейшей работе в данной области.

*Следовательно, если значение высоты  $P$  параметрического возбуждения находится в пределах..., то система будет...*

*Таким образом, термодинамическим или тепловым расчетом двигателя решается квазистатическая задача.*

Типовой информацией для расчета, таким образом, будут являться исходные данные, сведения об объекте расчета, поставленная задача, методы и способы ее решения, примеры расчета, его оценка или заключительное утверждение.

В качестве иллюстрации приведем сокращенный текст расчета с обозначениями установленных компонентов модели.

**Пример 3.** (1) *Рассмотрим дифференциальное уравнение...*  
(2) *Уравнение такого вида возникают при исследовании изгибных колебаний трубопроводов с текущей через них жидкостью, скорость течения которой имеет небольшую пульсирующую составляющую.*

(3) *При линеаризации уравнения... с точностью до величин порядка  $E$  его решение будет иметь вид... Рассматривая стационарные режимы и решая полученную систему алгебраических уравнений относительно искомой расстройки, находим...*

(4) *Таким образом, параметрическое демпфирование может как расширять, так и сужать области неустойчивости системы. При*

$b = 0$ , т.е. при совпадении фаз параметрического возбуждения и демпфирования, область неустойчивости расширяется.

Что касается количественного содержания установленных компонентов, 100 % проанализированных текстов-расчетов содержали компоненты 1, 2, 3 и 80 % — компонент 4.

Рассмотрим теперь установленные группы коммуникативных задач, учебных стратегий, а также лексико-грамматических выражений каждого компонента модели инженерно-технического текста-расчета.

1. Выбор и определение объекта расчета, целей и задач, практической значимости реализуются в текстах с помощью учебных стратегий, которые могут быть определены следующими глаголами: *отобрать*, *выбрать*, *выделить*, *установить*, *определить*, *сформулировать*, *назвать*.

При этом глаголы *выбрать*, *отобрать*, *выделить* имеют здесь значение “извлечь из массы информации то, что, по мнению автора, составляет объект, цели и задачи расчета”, *установить* — “доказать, обнаружить”, *определить* — “с точностью выяснить”, *сформулировать* — “точно выразить мысль об объекте, целях и задачах расчета”, *назвать* — “раскрыть ее словами”.

Для реализации задачи выбора и определения объекта расчета в тексте употребляются следующие грамматические конструкции: “что-либо является чем-либо”, “что-либо — что-либо”, “что-либо заключается в чем-либо”, а также “рассмотрим что-либо”, “остановимся на чем-либо”.

На грамматико-синтаксическом уровне компонент модели “Цели и задачи расчета” представлен двусоставными предложениями, а также односоставными с обобщенным значением лица.

*Задача расчета — составление условных (эквивалентных) формул топлива, расчет стехиометрического соотношения компонентов и коэффициента избытка окислителя  $a$ , а также энтальпия топлива  $J$ , его компонентов и продуктов сгорания.*

*Задача идентификации квазилинейного объекта заключается в определении коэффициентов разностного уравнения  $a_1$  и  $b_1$ ...*

2. Установление исходных параметров и ограничений, определение главных и второстепенных показателей расчета реализуются в текстах с помощью учебных стратегий, которые могут быть определены следующими глаголами: *ограничить*, *выбрать*, *установить*, *определить*, *классифицировать*, *перечислить*, *обозначить*.

При этом глагол *ограничить* имеет значение “установить и ввести предел информации, включающий исходные параметры, показатели расчета, сферы его действия”, *выбрать* — “на основании введенных ограничений извлечь информацию об исходных параметрах, ограни-

чениях, показателях расчета”, *установить* — “обнаружить и доказать данную информацию”, *определить* — “с точностью ее выяснить”, *классифицировать* — “распределить показатели расчета по группам”, *перечислить* — “назвать, упомянуть все исходные параметры, ограничения, главные и второстепенные показатели расчета”, *обозначить* — “вести для них условные символы”.

Для реализации задачи выбора и установления исходных параметров и ограничений, определения главных и второстепенных показателей расчета в тексте употребляются следующие грамматические конструкции: “введем что-либо”, “что-либо считается (предполагается) заданным”.

На грамматико-синтаксическом уровне компонент модели “Параметры и характеристики расчета” в большинстве случаев представлен предложно-падежными словосочетаниями с условным значением, односоставными предложениями с обобщенным значением лица, а также двусоставными с частицей “пусть”.

*Введем в рассмотрение внутреннюю поверхность  $S$  летательного аппарата, ограниченную входными сечениями воздухозаборников и выходными сечениями сопел.*

*Пусть... — счетная последовательность всех собственных значений (с учетом кратностей) оператора  $A$ .*

3. Поиск оптимального варианта расчета, выбор способа его осуществления путем создания цепи взаимосвязанных умозаключений, описание и объяснение расчета, его практической необходимости, получение результата расчета реализуются в текстах с помощью учебных стратегий, которые могут быть определены следующими глаголами: *выбрать, определить, разработать, упорядочить, перечислить, произвести, обозначить, преобразовать, получить, описать, объяснить, доказать, подтвердить, охарактеризовать, продемонстрировать применение*. Данные операции могут повторяться, поскольку для получения окончательного результата часто необходимо установление промежуточных показателей расчета.

При этом глагол *выбрать* имеет значение “извлечь информацию для определения оптимального варианта расчета, способа его осуществления”, *определить* — “с точностью ее выяснить”, *разработать* — “тщательно, всесторонне исследовать и определить последовательность осуществления расчета”, *упорядочить* — “привести в систему”, *перечислить* — “назвать, упомянуть все этапы процесса расчета”, *произвести* — “непосредственно осуществить поэтапный процесс расчета”, *обозначить* — “вести условные символы для получаемых в процессе расчета показателей”, *преобразовать* — “произвести необходимые математические действия”, *получить* — “прийти к результату”,

*описать* — “изложить осуществленный процесс расчета”, *объяснить* — “сделать его ясным, понятным”, *доказать* — “подтвердить правильность сделанного расчета”, *подтвердить* — “подкрепить аргументами полученные результаты”, *охарактеризовать* — “дать характеристику процессу расчета”, *продемонстрировать применение* — “описать наглядный способ использования расчета”.

На грамматико-синтаксическом уровне компонент модели “Процесс расчета” представлен простыми и сложными предложениями с обособленными обстоятельствами, выраженными деепричастными оборотами.

*Подставляя в (31) малые члены исходного дифференциального уравнения и проводя гармоническую линеаризацию, получим уравнение с точностью до величин порядка  $E_2$  (второе приближение).*

*Приравнивая написанные выражения, найдем...*

*Вводя в полученное дифференциальное уравнение частотную расстройку  $a$ , имеющую порядок  $E$ , и рассматривая стационарные колебания, получим...*

*Исключая из этих уравнений величину  $O$ , находим...*

Для подтверждения полученной информации используются ссылки на предшествующие промежуточные результаты, выраженные предположно-падежными конструкциями “с учетом чего-либо”, “по аналогии с чем-либо”, “аналогично чему-либо”.

*С учетом полученных зависимостей уравнение первого приближения для (11) будет иметь вид...*

*По аналогии с выражением (8.17) получим теорему об изменении момента количества движения реактивного аппарата относительно центра масс в виде...*

Среди сложных предложений в текстах-расчетах особенно выделяются сложноподчиненные предложения с придаточными определительно-выделительными с союзом *где*. Употребление данных предложений, содержащих математические формулы, нехарактерно для текстов-представлений и текстов-инструкций. Кроме собственно формул и сведений об их применении, обязательным элементом тематического содержания текста, раскрывающего процесс расчета, является описание составляющих формул с указанием того, что обозначает каждая составляющая и (если это необходимо) в каких единицах она выражается.

**Пример 4.** *Выражение (33) продифференцируем по  $x$  и согласно условиям (31) получим*

$$\frac{T_k - T_1}{T_2 - T_k} = \frac{b_2}{b_1},$$

где  $b_1$  и  $b_2$  — коэффициенты проникновения теплоты для материалов 1 и 2 соответственно.

Суммарный удельный тепловой поток, поступивший от горячих газов, должен по возможности беспрепятственно пройти через охлаждаемую стенку. При этом  $q = l/b(T_{г.ст} - T_{ж.ст})$ , где  $T_{ж.ст}$  — температура поверхности, омываемой охлаждающей жидкостью;  $b$  — толщина стенки;  $l$  — коэффициент теплопроводности материала. Величина  $b/l$  по смыслу представляет собой тепловое сопротивление стенки.

4. Вывод-констатация или вывод-оценка полученного результата реализуются в текстах с помощью учебных стратегий, которые могут быть определены следующими глаголами: *обобщить, ограничить, констатировать, оценить, подтвердить, сделать заключение, сделать выводы, резюмировать, кратко сформулировать*.

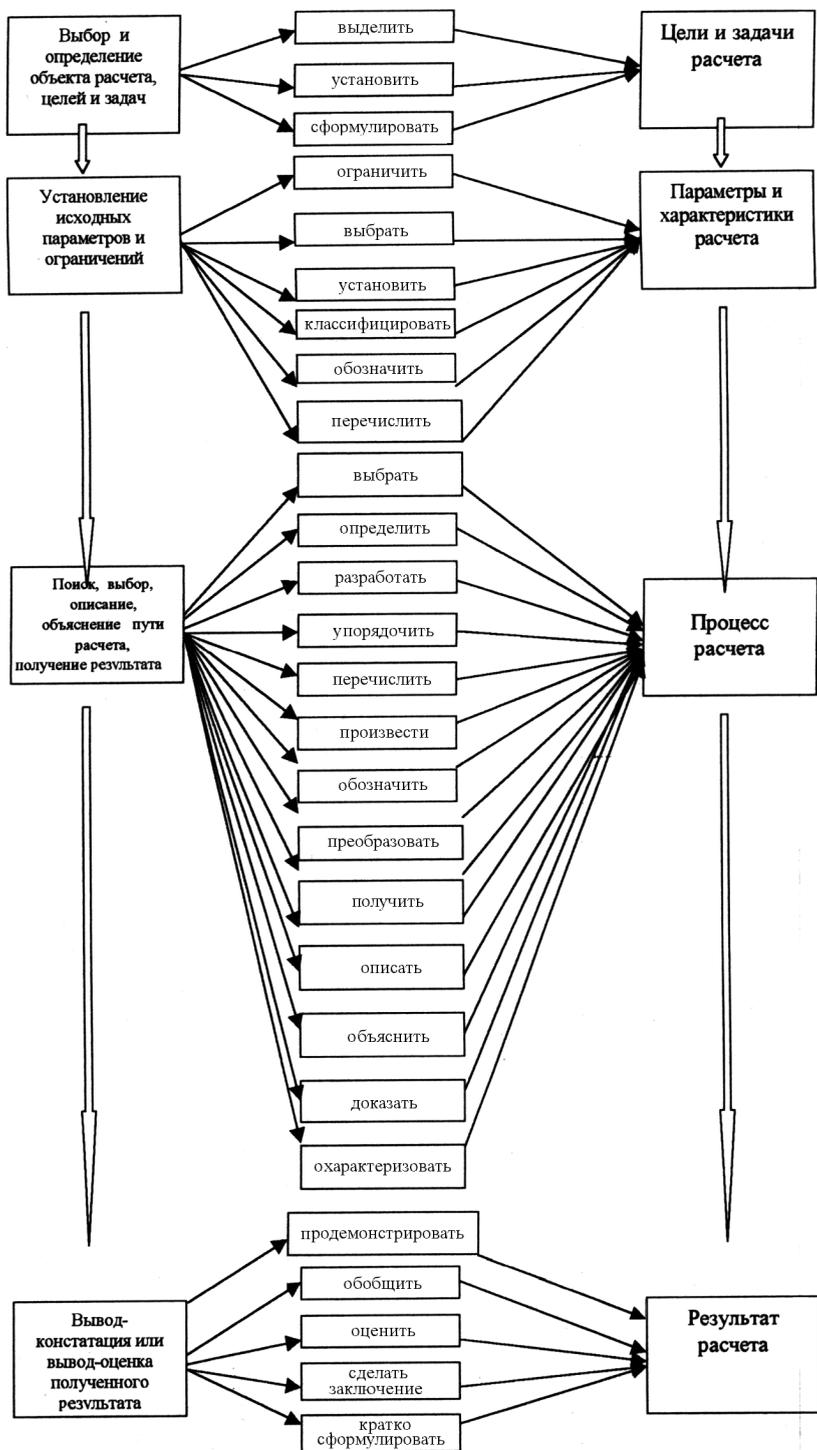
При этом глагол *обобщить* имеет значение “выразить результаты расчета в общем положении, придать им общее значение”, *ограничить* — “назвать предел действия полученного результата расчета”, *констатировать* — “установить несомненность полученного результата”, *оценить* — “высказать мнение о достоинствах/недостатках расчета, точно, лаконично их назвать”, *подтвердить* — “подкрепить доказательством правильность полученного результата”, *резюмировать* — “сделать краткий вывод из установленного результата”, *сделать заключение, сделать выводы* — “дать заключительное умозаключение, утверждение, полученное методом рассуждения, по проведенному расчету”, *кратко сформулировать* — “точно и лаконично выразить словесно установленную информацию”.

На грамматико-синтаксическом уровне компонент модели “Результат расчета” включается в текст, как правило, вводными словами и выражениями, а также конструкциями с обобщенным значением, выполняющими резюмирующую функцию, такими как “следовательно”, “итак”, “таким образом” и т.д.

*Из изложенного можно заключить, что осевая сила на колесах ГДТ зависит от давления, питания, неуравновешенной площади, распределения давлений в полости ГДТ, на которые действуют эти давления, и объемной подачи в рабочей полости.*

На рисунке представлена модель смысловой и структурной организации текста-расчета в соответствии с поставленными коммуникативными задачами и последовательностью их реализации с помощью учебных стратегий.

Проведенный анализ языкового обеспечения (маркеров) текста-расчета также выявил их соответствие коммуникативным задачам,



**Модель смысловой и структурной организации текста-расчета**

учебным стратегиям и структурно-смысловым компонентам модели текста (см. таблицу).

Коммуникативные задачи	Учебные стратегии	Структурно-смысловые компоненты организации текста	Языковое обеспечение
Выбор и определение объекта расчета, целей и задач, практической значимости	<i>Отобразить, выбрать, выделить, установить, определить, сформулировать, назвать</i>	Цели и задачи расчета	<i>Рассмотрим, остановимся</i>
Установление исходных параметров и ограничений, определение основных и второстепенных показателей расчета	<i>Ограничить, выбрать, установить, определить, классифицировать, обозначить, перечислить</i>	Параметры и характеристики расчета	<i>Имеем, здесь, ограничим, задать, с учетом, кроме того, учтем, будем считать, положим, пусть</i>
Поиск оптимального варианта расчета, выбор способа его осуществления путем создания цепи взаимосвязанных умозаключений, описание и объяснение расчета, его практической необходимости, получение результата расчета	<i>Выбрать, определить, разработать, упорядочить, перечислить, произвести, обозначить, преобразовать, получить, описать, объяснить, доказать, подтвердить, охарактеризовать, продемонстрировать применение</i>	Процесс расчета	<i>Возьмем, известно, очевидно, видно, легко видеть, что, введя..., подставляя..., полагая..., получим, где, действительно, вернемся, заметим, отметим, поскольку, тогда (и тогда), исходя из, используя, определим, находим, аналогично, откуда, следовательно</i>
Вывод-констатация или вывод-оценка полученного результата	<i>Обобщить, ограничить, оценить, констатировать, сделать заключение, сделать вывод, резюмировать, кратко сформулировать</i>	Результат расчета	<i>Таким образом, как видим, при... имеет место, из... следует (видно, можно заключить), что, в итоге, следовательно</i>

Глаголы, маркирующие инженерно-технический текст-расчет, употребляются в нем в следующих значениях: *рассмотреть* — “вникнув, разобрать и описать цели, задачи и объект расчета”, *остановиться* — “задержаться на объекте расчета для его общего описания”, *иметь* — “располагать определенной информацией, касающейся параметров расчета”, *ограничить* — “установить исходные параметры расчета и ввести для них предел”, *задать с учетом* — “указать исходные параметры, показатели расчета, принимая во внимание установлен-

ные ограничения”, *считать* (в форме *будем считать*) — “принимать во внимание”, *положить* (в форме *положим*) — “допустить, предположить”, *взять* (в форме *возьмем*) — “обратиться к уже известной информации, исходным данным для построения варианта расчета”, *видеть* (*легко видеть, как видим*) — “сознавать, понимать”, *вернуться* (в форме *вернемся*) — “вновь обратиться к уже полученному промежуточному результату или использованной ранее формуле”, *заметить* (в форме *заметим*), *отметить* (*отметим*) — “обратить внимание”, *получить* (*получим*) — “добыть, произвести”, *определить* (*определим*) — “с точностью установить”, *находить* (*находим*) — “получить в результате проведенного расчета”.

Статья поступила в редакцию 29.03.2004

Галина Михайловна Петрова окончила в 1976 г. МОПИ им. Н.К. Крупской. Канд. филол. наук, доцент кафедры “Русский язык” МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор 17 научных работ, в том числе трех учебно-методических пособий.

G.M. Petrova graduated from the Moscow Regional Pedagogical Institute n.a. N.K. Krupskaya in 1976. Ph. D. (Philology), assoc. professor of “The Russian Language” department of the Bauman Moscow State Technical University. Author of 17 publications including 3 educational-methodical books.



---

**В издательстве МГТУ им. Н.Э. Баумана  
в 2004 г. вышла в свет книга**

**Калугин В.Т.**

Аэрогазодинамика органов управления полетом летательных аппаратов: Учебное пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 648 с.: ил.

ISBN 5-7038-1968-7 (в пер.)

Изложены результаты исследований различных способов управления аэродинамическими характеристиками ракет, ракетных блоков и космических спускаемых аппаратов. Даны методы математического и физического моделирования процессов обтекания органов управления полетом. Систематизирован материал по аэродинамическим, струйным и газодинамическим органам управления, позволяющий создать расчетную базу для аэрогазодинамического проектирования управляющих и тормозных устройств летательных аппаратов.

Книга предназначена для студентов и аспирантов авиационных и ракетно-космических специальностей вузов и технических университетов. Может быть полезна инженерам и научным работникам, специализирующимся в области аэрогазодинамики и проектирования летательных аппаратов.

По вопросам приобретения обращаться по тел. 263-60-45;  
e-mail: [press@bmstu.ru](mailto:press@bmstu.ru)