

ВЛАДИМИР ПЕТРОВ

Структурный анализ систем

ВЕПОЛЬНЫЙ АНАЛИЗ. ТРИЗ



Владимир Петров
Структурный анализ систем.
Вепольный анализ. ТРИЗ

http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=39825368
ISBN 9785449399700

Аннотация

Эта книга представляет собой впервые созданный учебник по вепольному анализу. Материал легко и быстро усваивается. В книге приводится около 250 примеров и более 60 задач (из них 102 примера и 42 задачи для самостоятельного разбора), более 100 иллюстраций, более 100 физических эффектов. Книга рассчитана на широкий круг читателей и будет особенно полезна тем, кто хочет быстро получать новые идеи.

Содержание

Посвящение	5
Благодарности	6
Вепольный анализ	7
Введение	8
Глава 1. Понятия вепольного анализа	9
Глава.2. Основные обозначения	14
Глава 3. Виды вепольных систем	20
3.1. Вепольные модели для полей	20
3.2. Виды вепольных систем для измерения и обнаружения	26
3.3. Виды вепольных структур	33
Конец ознакомительного фрагмента.	38

Структурный анализ систем Вепольный анализ. ТРИЗ

Владимир Петров

© Владимир Петров, 2019

ISBN 978-5-4493-9970-0

Создано в интеллектуальной издательской системе Ridero

Владимир Петров

Структурный анализ систем: Вепольный анализ.

Учебник. ТРИЗ.

Это книга представляет собой впервые созданный учебник по вепольному анализу.

Материал легко и быстро усваивается.

В книге приводится около 250 примеров и более 60 задач (из них 102 примера и 42 задачи для самостоятельного разбора), более 100 иллюстраций, более 100 физических эффектов.

Книга рассчитана на широкий круг читателей и будет особенно полезна тем, кто хочет быстро получать новые идеи.

Посвящение

*Работа посвящается светлой памяти
учителя, коллеги и друга **Генриха Альтшуллера***

*Владимир Петров
vladpetr@013net.net*

Благодарности

Я премного благодарен моему учителю, коллеге и другу Генриху Альтшуллеру, прежде всего за то, что он создал основу теории развития технических систем – законы их развития, за то, что имел счастье общаться и обсуждать с ним некоторые материалы данной книги.

Хочу выразить глубокую благодарность за ценные замечания, примеры и предложения при работе над этой книгой моему коллеге и другу Борису Голдовскому, Мастеру ТРИЗ, Генеральному конструктору подводной техники, Лауреату премии Правительства РФ в области науки и техники, Почетному судостроителю, ветерану-подводнику (Нижний Новгород, Россия).

Вепольный анализ

...веполь является схемой минимальной ТС: он включает изделие, инструмент и энергию (поле), необходимую для воздействия инструмента на изделие. Любую сложную техническую систему можно свести к сумме веполей.¹

Г. С. Альтшуллер

¹ Альтшуллер Г. С. Найти идею: введение в теорию решения изобретательских задач / Г. С. Альтшуллер; Отв. ред. А. К. Дюнин. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд., 1986. – 209 с.

Введение

Для анализа и синтеза систем используется моделирование, которое является одной из составляющих талантливости мышления². Существуют разные способы моделирования, например, вещественное, математическое, компьютерное мысленное и т. д.

В данной книге будет рассматриваться только мысленное моделирование, помогающее решать сложные (изобретательские) задачи. Напомним, что изобретательская задача – это задача содержащая противоречие³, являющееся одним из важных понятий теории решения изобретательских задач (ТРИЗ).

Моделированием структуры системы в ТРИЗ занимаются функциональный и **вепольный анализ**.

Вепольный анализ предназначен для представления исходной системы в виде определенной (структурной) модели и преобразования ее для получения структурного решения, устраняющего недостатки.

² Петров Владимир. Талантливое мышление: ТРИЗ/ Владимир Петров. [б. м.]: Издательские решения, 2018. – 280 с. – ISBN 978-5-4493-5785-4

³ Петров Владимир. Решение нестандартных задач: ТРИЗ / Владимир Петров. [б. м.]: Издательские решения, 2018. – 218 с. – ISBN 978-5-4493-6332-9

Глава 1. Понятия вепольного анализа

Структурный вещественно-полевой (вепольный) анализ – раздел ТРИЗ, изучающий и преобразующий структуру систем. Вепольный анализ разработан Г. С. Альтшуллером.

Вепольный анализ – это язык схем, позволяющий представить исходную систему в виде определенной (структурной) модели. С помощью специальных правил выявляются свойства этой системы. Затем по конкретным закономерностям преобразовывают исходную модель задачи и получают структуру решения, которое устраняет недостатки исходной системы.

Статистический анализ решений показал, что для повышения эффективности систем их структура должна быть определенной. Модель такой структуры называется **веполем**.

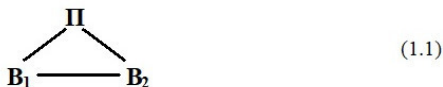
Веполь – модель минимально управляемой системы, состоящей из двух взаимодействующих объектов и их взаимодействия.

Взаимодействующие объекты условно названы **веществами** и обозначаются **V_1** и **V_2** , а само взаимодействие называется **полем** и обозначается **Π** .

Под «**веществом**» будем понимать любой объект, начиная с материала, его структуры, молекул, атомов, до самых сложных систем, например, космическая станция. В информационных системах это может быть *элемент* или *данные*.

Поле может представлять собой любое **действие** или **взаимодействие**, например, *энергию*, *силу* или *информацию*. В информационных системах это может быть *алгоритм*.

Веполь изображается схемой (1.1).



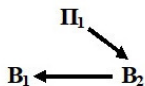
Термин **ВеПоле** произошел от слов «**Вещество**» и «**Поле**».

Вепольный анализ включает в себя определенные правила и тенденции. Эти тенденции подчиняются **закону увеличения степени вепольности**, который будет описан ниже.

Вепольный анализ предназначен для:

- представления исходной структуры задачи (системы);
- определения структурного решения задачи ;
- выявления перспективы развития структуры системы.

Если \mathbf{V}_1 – изделие, \mathbf{V}_2 – инструмент, «обрабатывающий» изделие \mathbf{V}_1 , а $\mathbf{\Pi}$ – поле (энергия, сообщаемая инструменту), то веполь будет иметь вид (1.2).



(1.2)

Пример 1.1. Разрезание хлеба

Продемонстрируем веполь на примере нарезки хлеба.

Хлеб \mathbf{V}_1 разрезают ножом \mathbf{V}_2 , прикладывая силу руки $\mathbf{\Pi}_1$ (поле механических сил). В данном случае $\mathbf{\Pi}_1$ – линейное перемещение ножа и давление.

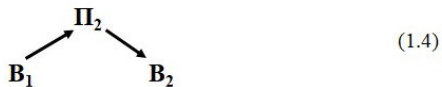
Этот же пример можно представить и другой вепольной схемой (1.3): нож \mathbf{V}_2 действует на хлеб \mathbf{V}_1 через механиче-

ское поле Π_2 , представляющее собой давление ножа на хлеб или трение между ножом и хлебом.



Пример 1.2. Информационная система

Если B_1 – элемент (программа) 1, B_2 – элемент (программа) 2, а Π_1 – поле (сигнал – информация), то вепольную модель можно представить схемой (1.4). Эту же формулу можно представить и так: B_1 – данные (информация) 1, B_2 – данные (информация) 2, а Π_1 – алгоритм.



Введем понятие «отзывчивости».

Отзывчивость в вепольном анализе – это свойство *вещества В* реагировать (отзываться) на воздействие *поля П*, т. е. выполнять необходимое (заданное) действие или *вещества В* генерировать необходимое *поле П*.

Приведем примеры «отзывчивых» веществ и полей:

1. **Ферромагнитное вещество** отзывчиво на **магнитное поле**.
2. **Тензорезистор** отзывчив на *деформацию, давление, напряжение, перемещение* (механическое поле).
3. **Материал с памятью формы** отзывчив на **тепловое поле**.
4. **Флуоресцентные и фоточувствительные вещества** отзывчивы на **рентгеновское излучение**.
5. **Поляризационная пластина** отзывчива на **оптическое поле**.
6. **Фотодиод** отзывчив на **оптическое поле**.
7. **Жидкие кристаллы** отзывчивы на **тепловое и электрическое поле**.
8. И т. д.

Глава.2. Основные обозначения

В данном разделе представлены основные обозначения вепольного анализа.

Связь между элементами обозначается *линией*.

На схеме (2.1) изображены вещества \mathbf{B}_1 , \mathbf{B}_2 связанные между собой каким-то образом (не всегда известным), а на схеме (2.2) показана связь $\mathbf{\Pi}_1$ и \mathbf{B}_1 .



Действие (воздействие) обозначается *стрелкой*.

Воздействие инструмента \mathbf{B}_1 на изделие \mathbf{B}_2 может быть изображено схемой (2.3). Стрелка указывает направление действия \mathbf{B}_1 на \mathbf{B}_2

$$\mathbf{B}_1 \longrightarrow \mathbf{B}_2 \quad (2.3)$$

Схема (2.4) показывает действие поля $\mathbf{\Pi}_1$ на вещество \mathbf{B}_1 .

$$\mathbf{\Pi}_1 \searrow \mathbf{B}_1 \quad (2.4)$$

Может быть и **обратное действие** \mathbf{B}_2 на \mathbf{B}_1 , показано на схеме (2.5).

$$\mathbf{B}_1 \longleftarrow \mathbf{B}_2 \quad (2.5)$$

или \mathbf{B}_1 на Π_1 – схема (2.6).

$$\begin{array}{c} \Pi_1 \\ \swarrow \\ \mathbf{B}_1 \end{array} \quad (2.6)$$

Взаимодействие обозначается двухсторонней стрелкой.

$$\mathbf{B}_1 \longleftrightarrow \mathbf{B}_2 \quad (2.7)$$

Схема (2.8) описывает **взаимодействие** поля и вещества Π_1 и V_1 .



Действия могут быть **неэффективными** или **недостаточными**. Они обозначаются прерывистой линией, как показано на схеме (2.9) и (2.10).



$$\Pi_1 \text{---} B_1 ; \quad \Pi_1 \text{---} B_1 ; \quad \Pi_1 \text{---} B_1 \quad (2.10)$$

Избыточные действия обозначаются двумя параллельными линиями (стрелками). Эти действия показаны на схеме (2.11) и (2.12).

$$B_1 \text{====} B_2 ; \quad B_1 \text{====} B_2 ; \quad B_1 \text{====} B_2 \quad (2.11)$$

$$\Pi_1 \text{====} B_1 ; \quad \Pi_1 \text{====} B_1 ; \quad \Pi_1 \text{====} B_1 \quad (2.12)$$

Вредные, нежелательные действия обозначаются волнистой линией. Эти действия показаны на схеме (2.13)

и (2.14).

$$B_1 \rightsquigarrow B_2; \quad B_1 \rightsquigarrow B_2; \quad B_1 \rightsquigarrow B_2 \quad (2.13)$$

$$\begin{array}{c} \Pi_1 \\ \diagdown \\ \rightsquigarrow \\ \diagup \\ B_1 \end{array}; \quad \begin{array}{c} \Pi_1 \\ \diagdown \\ \rightsquigarrow \\ \diagup \\ B_1 \end{array}; \quad \begin{array}{c} \Pi_1 \\ \diagdown \\ \rightsquigarrow \\ \diagup \\ B_1 \end{array} \quad (2.14)$$

Знак **перехода** от *исходной* *вепольной модели* к *необходимой* обозначается двойной стрелкой, например как показано в (2.15).

$$B_1 \Longrightarrow \begin{array}{c} \Pi \\ \diagup \quad \diagdown \\ B_1 \text{---} B_2 \end{array} \quad (2.15)$$

Глава 3. Виды вепольных систем

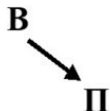
3.1. Вепольные модели для полей

Можно представить три вида вепольных моделей:

- генерирование поля;
- преобразование поля;
- видоизменения поля.

Генерирование поля

Генерирование поля веществом представлено схемой (3.1). При помощи этой схемы могут быть описаны явления, происходящие, например, в: *магните, радиоактивном веществе, радио, электрете* (электрический аналог постоянного магнита), *электрической батарее, веществе с запахом* и т. п.



(3.1)

Вместо цифр у веществ и полей могут быть буквенные

обозначения или смешанные, например, *магнит* в схеме (3.1) можно обозначить, как $\mathbf{V}_{\text{маг}}$, $\mathbf{П}_{\text{маг}}$ или \mathbf{V}_1 , $\mathbf{П}_{\text{маг}}$ ($\mathbf{V}_{\text{маг}}$, $\mathbf{П}_1$); *радиоактивное вещество* – $\mathbf{V}_{\text{р. а.}}$, $\mathbf{П}_{\text{р. а.}}$; *радио* – $\mathbf{V}_{\text{рад}}$, $\mathbf{П}_{\text{рад}}$; *электрет* – $\mathbf{V}_{\text{эл}}$, $\mathbf{П}_{\text{эл}}$ и т. д.

Приведем пример из области информационных систем.

Пример 3.1. Корректирующие коды

При записи, воспроизведении или передаче данных возникают ошибки под влиянием помех. Для обнаружения и исправления ошибок используют *корректирующие коды*.

При записи или передаче в полезные данные добавляют избыточную информацию (**контрольное число**), а при чтении или приеме контрольное число используют для обнаружения и исправления ошибок. При проверке определяют *контрольную сумму*. Она может использоваться, например, для детектирования компьютерных вирусов.

Необходимо проверить данные \mathbf{V}_1 – левая часть схемы (3.2). При записи добавляют контрольное число \mathbf{V}_2 . По контрольной сумме $\mathbf{П}_1$ определяют правильность данных \mathbf{V}_1 (нет ли ошибки или вируса).

$$V_1 \implies V_1 \longrightarrow V_2 \searrow \Pi_1 \quad (3.2)$$

Где:

V_1 — данные 1;

V_2 — данные 2 (избыточная информация – контрольное число);

Π_1 – контрольная сумма.

Преобразование поля

Преобразование поля веществом представлено на схеме (3.3). Вещество **преобразует один вид поля (энергии или информации) Π_1 в другой Π_2 вид.** Это два качественно разных поля.

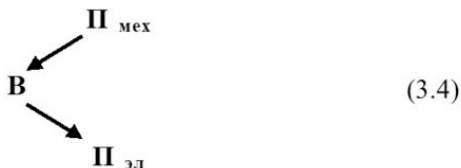
$$\begin{array}{c} \Pi_1 \\ \swarrow \\ V \\ \searrow \\ \Pi_2 \end{array} \quad (3.3)$$

Примечание. Принято *входное поле* (в данном случае Π_1) располагать над веществом \mathbf{B} , а *выходное* Π_2 ниже вещества \mathbf{B} .

Преобразование энергии могут осуществлять, например: генератор, двигатель, электродвигатель, измерительный элемент (датчик) и т. п.

Пример 3.2. Генератор

Генератор электрического тока \mathbf{B} преобразует *вращательное поле* Π_1 (*полюс механических сил*), которое может быть изображено и как $\Pi_{\text{мех}}$, в *электрическое поле* Π_2 или $\Pi_{\text{эл}}$. Веполь будет иметь вид (3.4).



Пример 3.3. Электродвигатель

У электродвигателя \mathbf{B} – обратное преобразование – *электрическое поле* $\Pi_{\text{эл}}$ превращается в *механическое* $\Pi_{\text{мех}}$ *поле вращения*. Веполь будет иметь вид (3.5).



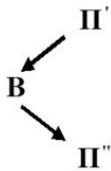
Преобразование информации.

Пример 3.4. Телефон

В телефоне – звуковая информация (акустическое поле $\Pi_{\text{ак}}$) преобразуется в электрическую $\Pi_{\text{эл}}$, и обратное преобразование – акустического поля $\Pi_{\text{ак}}$ в электрическую $\Pi_{\text{эл}}$, эти преобразования осуществляют микрофон и наушник, соответственно; радио преобразует электромагнитные волны (электромагнитное поле $\Pi_{\text{эл. м.}}$) в звуковые (акустическое поле $\Pi_{\text{ак}}$).

Видоизменение поля

Видоизменение поля веществом представлено схемой (3.6). Вещество изменяет характеристики одного и того же поля (энергии или информации) из Π_1 в Π_2 . Вид поля качественно не меняется, поэтому поля можно изобразить как Π'' , Π''' , тогда схему веполя (3.3) можно представить в виде (3.6).



(3.6)

Видоизменение энергии могут осуществлять, например, трансформатор, транзистор, усилитель, выпрямитель, преобразователь частоты, аналого-цифровой преобразователь (преобразователь аналог-код), призма, линза и т. п.

Видоизменение информации могут осуществлять, например, преобразователи кодов, преобразователь информации (например, десятичной в двоичную и обратно), компьютер и т. п.

3.2. Виды вепольных систем для измерения и обнаружения

Существует класс задач, в которых необходимо **измерять** какие-то параметры систем или **обнаруживать** какие-то объекты или их части. Условно такие системы будем называть – **измерительными**. Модели таких систем могут иметь вепольные структуры, рассмотренные ранее (3.2), (3.3) или (3.6).

Для **измерения** параметров вещества \mathbf{B}_1 или его **обнаружения** к нему *присоединяют* вещество \mathbf{B}_2 , которое может:

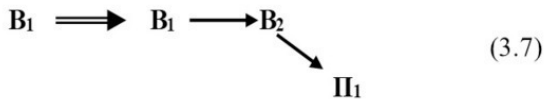
- генерировать поле \mathbf{P}_1 (3.7);
- преобразовывать поле \mathbf{P}_1 в поле \mathbf{P}_2 (3.9);
- видоизменять поле \mathbf{P}^* в поле \mathbf{P}^{**} (3.10).

Генерирование поля

Необходимо **измерить** или **обнаружить** объект, который обозначим как вещество \mathbf{B}_1 . Для этого к нему присоединяют вещество \mathbf{B}_2 , которое **генерирует** поле \mathbf{P}_1 .

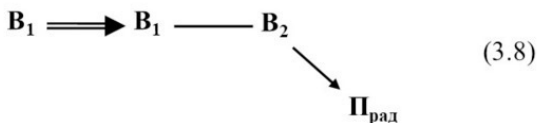
В вепольном виде генерирование поля описано схемой (3.7). Слева от двойной стрелки показано, что в системе нужно обнаружить или измерить (вещество \mathbf{B}_1), а справа – *вепольная модель* генерирования поля, где \mathbf{B}_2 – вещество-генератор, которые мы рассмотрели выше.

По выделяемому полю можно легко обнаружить \mathbf{B}_1 или измерить его характеристики.



Пример 3.5. Обнаружение затонувшего объекта

Для обозначения места затонувшего объекта \mathbf{B}_1 к нему прикрепляют радиобуй \mathbf{B}_2 , дающий сигнал $\mathbf{P}_{\text{рад}}$ (3.8), который является радиомаяком для спасательных средств (рис. 3.1).



Где:

\mathbf{B}_1 – затонувший объект;

\mathbf{B}_2 – радиобуй;

$\Pi_{\text{рад}}$ – радиосигнал (радиополе – электромагнитное поле).

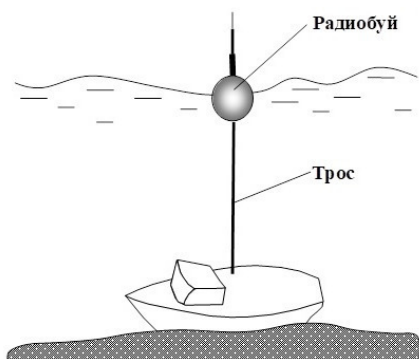


Рис. 5.1. Обнаружение затонувшего объекта

Преобразование поля

Необходимо **обнаружить** вещество \mathbf{B}_1 . Для этого к нему присоединяют вещество \mathbf{B}_2 , на которое воздействуют полем Π_1 и вещество \mathbf{B}_2 преобразует его в поле Π_2 . Преобразование поля описано веполем (3.9).

$$\mathbf{B}_1 \rightleftharpoons \mathbf{B}_1 \text{ — } \mathbf{B}_2 \begin{matrix} \swarrow \Pi_1 \\ \searrow \Pi_2 \end{matrix} \quad (3.9)$$

Примечание. Следует отметить, что если объект измерения \mathbf{B}_1 отзывчив на имеющееся в нашем распоряжении поле $\mathbf{П}_1$ и может адекватно реагировать на это поле (генерировать ответное поле $\mathbf{П}_2$), то нет необходимости добавлять другое вещество \mathbf{B}_2 .

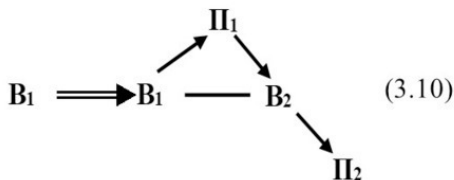
Пример 3.6. Измерение температуры

Градусник можно представить веподем (3.9).

\mathbf{B}_1 – объект, температуру которого нужно измерить;

\mathbf{B}_2 – градусник, «переводящий» температуру (тепловое поле $\mathbf{П}_1$ или $\mathbf{П}_{\text{тем}}$) в некоторый сигнал (поле $\mathbf{П}_2$), например, электрический сигнал $\mathbf{П}_{\text{эл}}$ или оптический $\mathbf{П}_{\text{опт}}$ – столб ртути, на который мы смотрим.

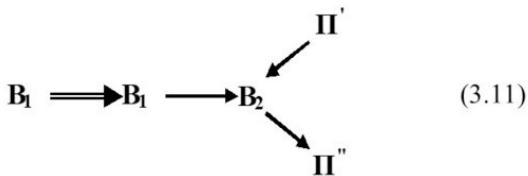
Схема (3.9) в данном примере может быть уточнена. Объект, температуру которого нужно измерить \mathbf{B}_1 , генерирует поле (тепловое поле) $\mathbf{П}_1$, воздействующее на вещество \mathbf{B}_2 (градусник), показывающий температуру $\mathbf{П}_2$. (3.10)



Схемой (3.9) можно представить любой датчик (сенсор), например, для измерения: давления, скорости, перемещения, положения, натяжения, расхода, влажности, уровня, радиоактивности и т. д.

Видоизменение поля

Необходимо **обнаружить** вещество \mathbf{V}_1 . Для этого к нему присоединяют вещество \mathbf{V}_2 , на которое воздействуют полем $\mathbf{\Pi}^*$, и вещество \mathbf{V}_2 **видоизменяет** его в поле $\mathbf{\Pi}^{**}$. Видоизменение поля описано веполем (3.11). Поля $\mathbf{\Pi}^*$ и $\mathbf{\Pi}^{**}$ одной и той же природы, они, например, могут отличаться количественно, но могут быть и другие характеристики, например полярность, фаза, цвет и т. д.



Веполем (3.11) можно представить, например, любые электрические измерения: *напряжения, тока, мощности, частоты; измеритель информации* и т. д.

Пример 3.7. Обнаружение пешехода

Для того чтобы в темное время суток обнаружить и не сбить пешехода (\mathbf{B}_1), к его одежде, обуви или сумке прикрепляют светоотражающий материал (\mathbf{B}_2). Свет фар ($\mathbf{\Pi}$) автомобиля отражается от этого материала (\mathbf{B}_2), и шофер видит отраженный свет ($\mathbf{\Pi}''$). Это можно представить веполем (3.12).

Где:

\mathbf{B}_1 – пешеход;

\mathbf{B}_2 – светоотражающий материал;

$\mathbf{\Pi}^{\text{«opt}}$ – свет фар (оптическое поле);

$\mathbf{\Pi}^{\text{««opt}}$ – отраженный свет (оптическое поле).

Пример 3.8. Бактерии определяют химикат

Исследователи из Массачусетского технологического института (MIT) разработали устройство, определяющее конкретный химикат.

В качестве индикатора использовали конкретные бактерии, которые при прикосновении с определенным химическим веществом светятся⁴.

В качестве живого материала использовали конкретные

⁴ Living sensors at your fingertips. URL: <http://news.mit.edu/2017/living-sensors-your-fingertips-0215>.

бактерии, расположенные в воде, находящейся в гидрогеле.

Поддержание жизнедеятельности бактерий осуществляется с помощью жидкой питательной среды, расположенной в гидрогеле⁵.

Устройство выполнено в виде перчаток или биндажа (рис. 3.2).

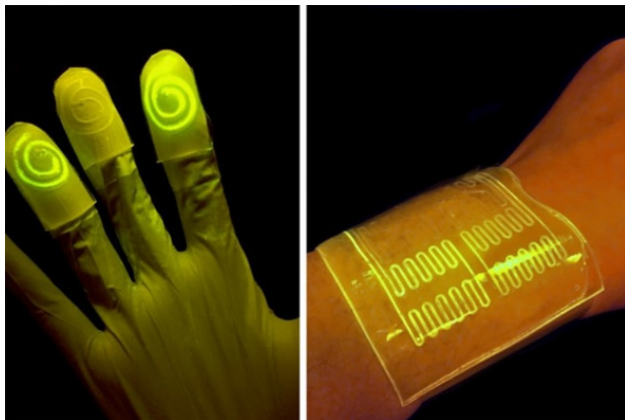


Рис. 3.2. Устройство, определяющее химикат

⁵ Xinyue Liu and others. Stretchable living materials and devices with hydrogel—elastomer hybrids hosting programmed cells. PNAS. February 15, 2017, URL: <http://www.pnas.org/content/early/2017/02/14/1618307114.full?sid=43417b52-d915-4e2a-ab1b-610afd15fe12>.

3.3. Виды вепольных структур

Существуют следующие виды вепольных структур:

1. **невепольная система** (3.13), (3.14), (3.15);

2. **вепольная система** – простой веполь (3.16);

3. **комплексный веполь**:

– *внутренний комплексный веполь* (3.20), (2.21);

– *внешний комплексный веполь* (3.24), (3.25);

– *комплексный веполь на внешней среде* (3.28), (3.29);

– *комплексный веполь на измененной внешней среде* (3.32),

(3.33);

4. **цепной веполь** (3.36);

5. **двойной веполь** (3.40);

6. **смешанный** (3.43), (3.44).

Невепольная система

Система, состоящая из *одного элемента*: вещества \mathbf{V}_1 или поля $\mathbf{\Pi}_1$, описанных схемой (3.13), или *двух элементов*: двух веществ \mathbf{V}_1 , \mathbf{V}_2 (3.14); вещества \mathbf{V}_1 и поля $\mathbf{\Pi}_1$ (3.15), называется **невепольной** или **неполной вепольной системой**.

$$\mathbf{B}_1; \Pi_1 \quad (3.13)$$

$$\mathbf{B}_1 \text{ — } \mathbf{B}_2 \quad (3.14)$$

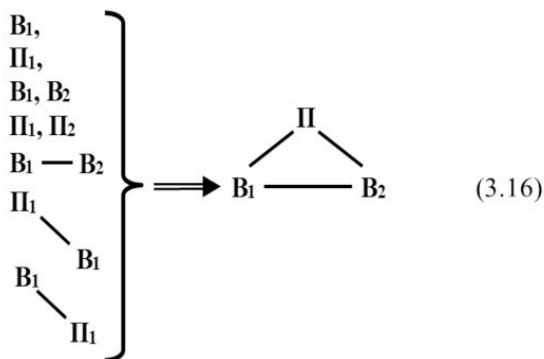
$$\begin{array}{c} \Pi_1 \\ \searrow \\ \mathbf{B}_1 \end{array} \quad (3.15)$$

Невепольные системы, как правило, неуправляемые или плохо управляемые.

Основное правило *вепольного* анализа

Невепольные системы для повышения управляемости необходимо сделать *вепольными*. Это правило мож-

но условно представить в виде (3.16).



Задача 3.1. Снятие коры с древесины

Условия задачи

Обычно кору древесины отделяют механически в специальных корообдирочных барабанах или механическими инструментами, например топором. При этом повреждается и сама древесина.

Необходимо предложить способ отделения коры от древесины, который бы не портил древесину.

Разбор задачи

Разберем эту задачу с позиций вепольного анализа. Имеется древесина и кора. Система невьольная. Она может быть описана схемой (3.17).

$$\mathbf{B}_1 \longleftrightarrow \mathbf{B}_2 \quad (3.17)$$

Где:

\mathbf{B}_1 – древесина;

\mathbf{B}_2 – кора.

Это не вепольная система ее необходимо достроить до вепольной. Достройка веполя заключается во ведении поля Π_1 , воздействующего только на кору в направлении ее отрыва от древесины. В вепольном анализе такое действие осуществляется через посредник, в данном случае через древесину \mathbf{B}_1 . Это показано вепольной схемой (3.18).

$$\mathbf{B}_1 \longleftrightarrow \mathbf{B}_2 \quad \Longrightarrow \quad \begin{array}{c} \mathbf{\Pi}_1 \\ \swarrow \\ \mathbf{B}_1 \longrightarrow \mathbf{B}_2 \end{array} \quad (3.18)$$

Необходимо подобрать поле Π_1 , которое может осуще-

ствить такое действие.

Между корой и древесиной (рис. 3.3) находится слой клеток (*камбий*

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.