

# Трансформация музыкального материала в условиях структурных ограничений: стратегии и методы

Илёс Хусанбоевич Юсупов

Бухарский международный университет

**Аннотация:** Данная статья исследует процессы трансформации музыкального материала в контексте различных структурных ограничений, определяющих рамки композиционного творчества. Анализируются традиционные и современные стратегии работы с ограничениями как творческими стимулами, рассматриваются методы преодоления и использования лимитирующих факторов для достижения художественных целей. Особое внимание уделяется классификации типов ограничений - от формальных и жанровых до технических и концептуальных, а также изучению способов их творческого освоения. Исследование охватывает исторические примеры, современные практики и теоретические подходы к пониманию ограничений как неотъемлемой части музыкального творчества.

**Ключевые слова:** музыкальные ограничения, композиционные стратегии, трансформация материала, структурные рамки, творческие методы, формальные ограничения, жанровые конвенции, технические лимиты

## Transformation of musical material under structural constraints: strategies and methods

Iles Khusanboevich Yusupov

Bukhara International University

**Abstract:** This article examines the processes of transformation of musical material in the context of various structural constraints that define the framework of compositional creativity. Traditional and contemporary strategies for working with constraints as creative stimuli are analyzed, and methods for overcoming and utilizing limiting factors to achieve artistic goals are discussed. Particular attention is paid to the classification of constraint types - from formal and genre-specific to technical and conceptual - as well as to the study of methods for their creative application. The study encompasses historical examples, contemporary practices, and theoretical approaches to understanding constraints as an integral part of musical creativity.

**Keywords:** musical constraints, compositional strategies, material transformation, structural frameworks, creative methods, formal constraints, genre conventions, technical constraints

**Введение.** Творческий процесс в музыке всегда осуществляется в рамках определенных ограничений. Эти ограничения могут быть внешними - обусловленными историческими традициями, жанровыми конвенциями, техническими возможностями инструментов, или внутренними - сознательно установленными композитором как часть творческой концепции. Парадоксально, но именно наличие ограничений часто становится мощным стимулом для творческого поиска и инновационных решений.

Трансформация музыкального материала в условиях структурных ограничений представляет собой сложный процесс, требующий от композитора не только технического мастерства, но и способности к творческому переосмыслению лимитирующих факторов. История музыки изобилует примерами того, как ограничения становились источником художественных открытий и стилистических инноваций.

В современную эпоху, характеризующуюся как расширением технических возможностей, так и появлением новых типов ограничений, вопрос стратегий работы с лимитирующими факторами приобретает особую актуальность. Цифровые технологии, с одной стороны, снимают многие традиционные ограничения, с другой - создают новые рамки и вызовы для композиторского творчества.

#### Типология структурных ограничений в музыке

##### Формальные ограничения

Формальные ограничения представляют собой заранее установленные структурные рамки, определяющие организацию музыкального материала во времени и пространстве.

**Классические формы:** Сонатная форма, фуга, рондо и другие традиционные структуры устанавливают четкие правила организации тематического материала, тональных отношений и пропорций. Эти формы функционируют как своеобразные "контейнеры", в рамках которых композитор должен разместить и развить свои музыкальные идеи.

**Метрические ограничения:** Размер, темп, ритмические паттерны создают временную сетку, организующую музыкальное время. Нерегулярные размеры, полиметрия, ритмическая модуляция представляют различные стратегии работы с метрическими рамками.

**Тональные системы:** Мажоро-минорная тональность, модальные лады, серийная техника, микротональные системы - каждая создает свой набор правил

организации высотных отношений, определяя возможности и ограничения гармонического развития.

#### Жанровые конвенции

Жанровые ограничения связаны с исторически сложившимися традициями и ожиданиями, связанными с определенными типами музыкальных произведений.

**Функциональные ограничения:** Танцевальная музыка должна поддерживать определенный темп и ритм, церковная музыка подчиняется литургическим требованиям, театральная музыка согласуется с драматургией спектакля.

**Стилистические конвенции:** Каждый музыкальный стиль или направление имеет свой набор характерных приемов, гармонических последовательностей, ритмических паттернов и тембральных решений.

**Инструментальные традиции:** Различные инструменты и их комбинации исторически ассоциируются с определенными жанрами и стилями, создавая ожидания относительно характера и способов изложения музыкального материала.

#### Технические ограничения

Технические ограничения связаны с физическими и технологическими возможностями создания и воспроизведения музыки.

**Инструментальные возможности:** Диапазон, тембральные характеристики, технические возможности исполнителей определяют границы реализуемого музыкального материала.

**Акустические ограничения:** Размеры и акустические свойства концертных залов влияют на выбор динамики, темпа, фактуры и инструментовки.

**Технологические рамки:** В электронной и компьютерной музыке ограничения связаны с вычислительной мощностью, качеством звуковоспроизведения, возможностями программного и аппаратного обеспечения.

#### Концептуальные ограничения

Концептуальные ограничения сознательно устанавливаются композитором как часть творческой идеи или художественной концепции.

**Самоналоженные ограничения:** Композитор может ограничить себя использованием только определенных нот, ритмов, инструментов или формальных структур как часть творческого эксперимента.

**Концептуальные рамки:** Программная музыка, музыкальная иллюстрация литературных произведений, создание музыки под влиянием внemузыкальных идей создают дополнительные ограничения на выбор выразительных средств.

**Процедурные ограничения:** Алгоритмическая композиция, использование случайных процессов, серийные техники создают правила, определяющие способы трансформации материала.

**Исторические стратегии работы с ограничениями**

**Барочная эпоха:** строгость как источник выразительности

В музыке барокко ограничения часто становились источником наиболее выразительных решений. Полифоническая техника, с ее строгими правилами ведения голосов, стимулировала поиск изощренных способов развития тематического материала.

**Фугальная техника:** Фуга представляет собой высокоорганизованную систему ограничений, где каждый голос должен следовать строгим правилам вступления, развития и взаимодействия с другими голосами. Тем не менее, именно в рамках этих ограничений Бах создал произведения удивительной глубины и разнообразия.

**Остинатные формы:** Пассакалья и чакона, основанные на неизменном повторении басовой линии или гармонической последовательности, требовали от композитора изобретательности в создании вариаций над неизменной основой.

**Канон и имитация:** Строгие имитационные формы заставляли композиторов находить мелодические линии, которые могли бы звучать выразительно как самостоятельно, так и в сочетании с собственными имитациями.

**Классицизм:** баланс свободы и порядка

Классическая эпоха выработала сложную систему формальных и гармонических принципов, которые одновременно ограничивали и направляли творческий поиск.

**Сонатная форма:** Установленная схема экспозиции, разработки и репризы создавала прочную архитектурную основу, в рамках которой композиторы могли развивать тематический материал с максимальной логичностью и убедительностью.

**Тональная функциональность:** Система тональных функций создавала ясную иерархию гармонических отношений, позволяющую композиторам создавать убедительные драматургические арки и неожиданные гармонические эффекты.

**Периодическая структура:** Регулярность фразировки и кадансовой структуры обеспечивала ясность формы и одновременно стимулировала поиск асимметричных решений и неожиданных расширений.

**Романтизм:** расширение границ

Романтическая эпоха характеризовалась постепенным расширением традиционных ограничений и поиском новых выразительных возможностей.

**Хроматизация тональности:** Постепенное усложнение гармонического языка привело к появлению новых способов трансформации материала через хроматические последовательности и модуляционные процессы.

**Программность:** Связь с внемузыкальными образами создавала новые типы ограничений, связанные с необходимостью музыкальной иллюстрации конкретных событий или настроений.

**Жанровый синтез:** Смешение различных жанровых моделей требовало от композиторов новых стратегий организации материала и создания убедительных синтетических форм.

Современные методы трансформации материала

Серийная техника и ее развитие

Серийная техника представляет собой систематический подход к ограничению высотной организации музыки.

**Додекафония Шенберга:** Техника двенадцатitonовой композиции устанавливает строгие правила использования всех двенадцати хроматических ступеней, исключая возможность повторения любого звука до проведения всей серии.

**Интегральный сериализм:** Распространение серийных принципов на ритм, динамику, артикуляцию и тембр создает всеобъемлющую систему ограничений, определяющих все параметры музыкального материала.

**Постсерийные техники:** Современные композиторы используют серийные принципы более гибко, применяя их к отдельным параметрам или временными периодам произведения.

Минимализм: ограничение как эстетический принцип

Минималистическая музыка основана на принципе добровольного самоограничения выразительных средств.

**Процессуальные техники:** Стив Райх разработал техники постепенного сдвига фазы, канонической имитации и другие процедуры, создающие сложные результирующие структуры из простого исходного материала.

**Репетитивность:** Многократное повторение коротких музыкальных ячеек с незначительными вариациями создает особый тип музыкального времени и слушательского восприятия.

**Тембральное ограничение:** Использование ограниченного набора инструментов или тембров концентрирует внимание на тонких изменениях в развитии материала.

Спектральная музыка: ограничения как источник нового языка

Спектральная композиция основана на анализе акустических свойств звука и их использовании как основы для организации музыкального материала.

**Спектральный анализ:** Использование компьютерного анализа спектра звука для создания гармонических структур и тембральных трансформаций.

**Инструментальный синтез:** Имитация электронных звуков акустическими инструментами создает новые технические вызовы и выразительные возможности.

**Микротональность:** Использование интервалов меньше полутона расширяет высотные возможности и одновременно создает новые ограничения, связанные с исполнительскими возможностями.

**Электронная и компьютерная музыка:** новые ограничения и возможности

Цифровые технологии кардинально изменили природу ограничений в музыкальном творчестве.

**Алгоритмические ограничения:** Программируемые правила трансформации материала создают новые типы формальных ограничений.

**Вычислительные лимиты:** Ограничения по памяти, скорости обработки и качеству звука создают технические рамки для творчества.

**Интерактивные системы:** Ограничения, связанные с реальным временем обработки и отклика на действия исполнителя или слушателя.

**Стратегии преодоления и использования ограничений**

**Стратегия принятия ограничений**

Наиболее прямолинейная стратегия заключается в полном принятии существующих ограничений и поиске максимальной выразительности в их рамках.

**Мастерство в рамках традиции:** Многие композиторы достигали высочайших художественных результатов, работая в строгих рамках установленных традиций.

**Исчерпывающее исследование:** Систематическое исследование всех возможностей, предоставляемых данной системой ограничений.

**Персонализация общих правил:** Создание индивидуального стиля в рамках общепринятых конвенций через особую трактовку традиционных приемов.

**Стратегия постепенного расширения границ**

Эта стратегия предполагает осторожное и постепенное расширение существующих ограничений.

**Эволюционный подход:** Постепенное введение новых элементов в устоявшуюся систему без радикального разрыва с традицией.

**Гибридизация:** Соединение элементов различных систем ограничений для создания новых синтетических подходов.

**Контекстуальные нарушения:** Временное нарушение установленных правил для создания особых выразительных эффектов.

**Стратегия радикального преодоления**

Революционная стратегия предполагает сознательное разрушение существующих ограничений и создание новых систем.

Негативная стратегия: Определение нового подхода через отрицание существующих правил и конвенций.

Создание новых систем: Разработка оригинальных композиционных техник и формальных принципов.

Междисциплинарный синтез: Привлечение принципов и методов из других областей знания и искусства.

#### Стратегия трансформации ограничений

Наиболее сложная стратегия предполагает превращение ограничений в источники новых выразительных возможностей.

Диалектическое преодоление: Преодоление ограничений через их углубление и доведение до крайности.

Парадоксальная логика: Использование внутренних противоречий системы ограничений как источника творческой энергии.

Метауровневая работа: Создание произведений, в которых сами ограничения становятся предметом художественной рефлексии.

#### Методы трансформации музыкального материала

##### Вариационные техники

Вариационные методы представляют собой основные способы трансформации материала в рамках ограничений.

Орнаментальная вариация: Украшение основной мелодической линии при сохранении ее структурных особенностей.

Гармоническая вариация: Изменение гармонического сопровождения при сохранении мелодической основы.

Ритмическая вариация: Трансформация ритмического рисунка при сохранении высотных отношений.

Фактурная вариация: Изменение типа изложения и распределения материала между голосами.

##### Мотивная разработка

Техники мотивного развития позволяют создавать масштабные структуры из минимального исходного материала.

Секвенция: Повторение мотива на различных высотных уровнях.

Имитация: Проведение мотива в различных голосах с временными смещениями.

Фрагментация: Разделение мотива на более мелкие элементы и их самостоятельное развитие.

Аугментация и диминуция: Увеличение или уменьшение длительностей мотива.

## Гармонические трансформации

Гармонические методы трансформации связаны с изменением аккордовых структур и тональных отношений.

**Модуляция:** Переход из одной тональности в другую как способ обновления гармонического языка.

**Хроматизация:** Введение хроматических элементов в диатоническую основу.

**Энгармонические превращения:** Использование энгармонических равенств для неожиданных гармонических поворотов.

**Функциональная переинтерпретация:** Изменение функционального значения аккордов в зависимости от контекста.

## Формальные трансформации

Методы работы с крупными формальными структурами.

**Компрессия и экспансия:** Сжатие или расширение формальных разделов для достижения определенных пропорциональных отношений.

**Элизия:** Наложение окончания одного раздела на начало следующего.

**Ретроспекция:** Возвращение к ранее прозвучавшему материалу в новом контексте.

**Формальная инверсия:** Изменение порядка следования формальных разделов.

## Психологические аспекты работы с ограничениями

Ограничения как творческий стимул

Психологические исследования творчества показывают, что ограничения могут функционировать как мощные стимулы творческого мышления.

**Фокусировка внимания:** Ограничения помогают сосредоточить творческую энергию на определенных аспектах работы, избегая распыления усилий.

**Преодоление блокировки:** Наличие четких рамок может помочь преодолеть творческую блокировку, предоставив конкретную задачу для решения.

**Стимуляция инновационного мышления:** Необходимость работать в ограниченных условиях заставляет искать нестандартные решения.

## Типы творческого мышления

Различные типы ограничений активизируют различные типы творческого мышления.

**Конвергентное мышление:** Точные формальные ограничения стимулируют поиск единственного правильного решения в рамках заданных параметров.

**Дивергентное мышление:** Менее жесткие ограничения позволяют исследовать множество возможных решений и их комбинаций.

**Латеральное мышление:** Парадоксальные или противоречивые ограничения могут стимулировать поиск неожиданных и нестандартных решений.

### Эмоциональные аспекты

Работа с ограничениями может вызывать различные эмоциональные реакции, влияющие на творческий процесс.

**Фruстрация и преодоление:** Первоначальная фрустрация от ограничений может трансформироваться в удовлетворение от их творческого преодоления.

**Игровое отношение:** Восприятие ограничений как правил игры может сделать творческий процесс более увлекательным и продуктивным.

**Мастерство и виртуозность:** Работа в строгих рамках может стимулировать развитие технического мастерства и виртуозности.

### Технологические аспекты трансформации материала

#### Цифровые инструменты анализа и синтеза

Современные технологии предоставляют новые возможности для анализа ограничений и поиска методов их преодоления.

**Компьютерный анализ:** Программы анализа могут выявить скрытые закономерности в музыкальном материале и предложить способы их развития.

**Генеративные алгоритмы:** Алгоритмические системы могут создавать вариации материала в рамках заданных ограничений.

**Интерактивные системы:** Технологии реального времени позволяют экспериментировать с трансформациями материала в процессе исполнения.

#### Машинное обучение и искусственный интеллект

Применение методов искусственного интеллекта открывает новые возможности для работы с ограничениями.

**Обучение на примерах:** Нейронные сети могут изучить принципы работы с ограничениями на основе анализа существующих произведений.

**Генерация в стиле:** ИИ-системы могут создавать новый материал, следуя стилистическим ограничениям определенной эпохи или композитора.

**Оптимизация решений:** Алгоритмы оптимизации могут найти наилучшие способы трансформации материала при множественных ограничениях.

#### Виртуальные среды и симуляция

Цифровые технологии позволяют создавать виртуальные среды для экспериментирования с ограничениями.

**Моделирование акустических условий:** Виртуальные концертные залы позволяют тестировать произведения в различных акустических условиях.

**Симуляция исполнительских возможностей:** Программы могут моделировать технические возможности различных инструментов и исполнителей.

**Визуализация ограничений:** Графическое представление ограничений может помочь в поиске творческих решений.

### Педагогические аспекты

## Обучение работе с ограничениями

Развитие навыков работы с ограничениями является важной частью музыкального образования.

Градуированные упражнения: Постепенное усложнение ограничений позволяет студентам развивать необходимые навыки пошагово.

Анализ образцов: Изучение того, как мастера прошлого работали с ограничениями, дает студентам конкретные модели для подражания.

Творческие проекты: Практические задания с различными типами ограничений развивают творческое мышление и техническое мастерство.

## Развитие творческого мышления

Работа с ограничениями способствует развитию различных аспектов творческого мышления.

Гибкость мышления: Необходимость находить различные решения одной проблемы развивает ментальную гибкость.

Критическое мышление: Анализ эффективности различных стратегий развивает способность к критической оценке.

Системное мышление: Понимание взаимосвязи различных ограничений развивает способность видеть систему в целом.

## Перспективы развития

### Новые типы ограничений

Развитие технологий и изменение культурного контекста создают новые типы ограничений для музыкального творчества.

Экологические ограничения: Осознание влияния музыкальной деятельности на окружающую среду может привести к появлению новых экологических ограничений.

Социальные медиа: Требования форматов социальных сетей создают новые временные и содержательные ограничения.

Интерактивность: Развитие интерактивных технологий создает ограничения, связанные с необходимостью реагирования на действия пользователей.

## Междисциплинарные подходы

Интеграция музыки с другими областями знания создает новые типы ограничений и возможностей их преодоления.

Нейронаука: Исследования работы мозга могут предложить новые принципы организации музыкального материала.

Квантовая физика: Принципы квантовой механики могут стать основой для новых композиционных техник.

Теория сложности: Понимание принципов самоорганизации может привести к созданию новых алгоритмических подходов.

## Персонализация ограничений

Развитие технологий может привести к созданию персонализированных систем ограничений.

**Адаптивные системы:** ИИ-системы могут создавать индивидуальные наборы ограничений для каждого композитора.

**Биометрическая обратная связь:** Использование данных о физиологическом и эмоциональном состоянии для создания динамических ограничений.

**Контекстуальная адаптация:** Системы, которые изменяют ограничения в зависимости от контекста исполнения или восприятия.

## Заключение

Трансформация музыкального материала в условиях структурных ограничений представляет собой фундаментальный аспект композиционного творчества, пронизывающий всю историю музыки от древнейших времен до современности. Ограничения не являются препятствиями для творчества, а скорее представляют собой необходимую основу, которая направляет и стимулирует творческий поиск.

Исторический анализ показывает, что наиболее значительные достижения в музыкальном искусстве часто возникали именно в результате творческого взаимодействия с ограничениями. От строгой полифонии барокко до минималистических процедур XX века, от серийной техники до алгоритмической композиции - каждая эпоха вырабатывала свои стратегии работы с лимитирующими факторами.

Современная эпоха характеризуется особой сложностью в отношении ограничений. С одной стороны, цифровые технологии значительно расширили технические возможности создания и обработки звука, сняв многие традиционные ограничения. С другой стороны, они создали новые типы лимитов и вызовов, связанных с алгоритмическими процессами, интерактивностью и мультимедийностью.

Классификация ограничений на формальные, жанровые, технические и концептуальные типы позволяет систематизировать подходы к их преодолению. Каждый тип требует специфических стратегий: от принятия и максимального использования существующих рамок до их радикального переосмысления и создания новых систем.

Методы трансформации материала - вариационные техники, мотивная разработка, гармонические и формальные трансформации - представляют собой конкретные инструменты для работы с ограничениями. Их эффективность зависит от понимания природы конкретных ограничений и творческого подхода к их применению.

Психологические аспекты работы с ограничениями показывают, что они могут функционировать как мощные стимулы творчества, активизируя различные типы мышления и способствуя развитию мастерства. Эмоциональное отношение к ограничениям - от первоначальной фрустрации до игрового принятия вызова - существенно влияет на результаты творческого процесса.

Технологические возможности современности открывают новые перспективы для работы с ограничениями. Искусственный интеллект, машинное обучение, интерактивные системы создают инструменты не только для анализа существующих ограничений, но и для генерации новых творческих вызовов.

Педагогический аспект работы с ограничениями подчеркивает важность систематического развития соответствующих навыков.

### Использованная литература

1. К.Б.Холиков. Основные концепции, проблемы и методы как теории и гармония в деятельности учителя музыкальной культуры в школе. *Science and Education* 3 (1), 663-670
2. К.Б.Холиков. Музыкальная модель, эффективный численный ритм и программный комплекс для концентрации вокального пения. *Science and Education* 3 (1), 546-552
3. К.Б.Холиков. Характер музыки и результат смысловое содержание произведения. *Scientific progress* 2 (4), 563-569
4. К.Б.Холиков. Новые мышление инновационной деятельности по музыкальной культуры в вузах Узбекистана. *Science and Education* 4 (7), 121-129
5. К.Б.Холиков. Область применения фугированных форм. Тройные и четверные фуги. Фугетта и Фугато. *Scientific progress* 2 (1), 1052-1059
6. К.Б.Холиков. Музыка как важнейший фактор, распределительных отношений длительности звуков, системы аккордов в ладовом отношении и модель продукционных правил в системе образования. *Science and Education* 3 (1), 656-662
7. К.Б.Холиков. Развитие музыкального материала контрапунктических голосах произведения. *Science and Education* 3 (1), 553-558
8. К.Б.Холиков. Форма музыки, приводящие к структурной, драматургической и семантической многовариантности произведения. Журнал *Scientific progress* 2, 955-960
9. К.Б.Холиков. Краткая характеристика хорового коллектива. *Scientific progress* 2 (3), 710-714
10. К.Б.Холиков. Защитный уровень мозга при загрузке тренировочных занятиях и музыкального моделирование реальных произведений. *Science and Education* 4 (7), 269-276

11. К.Б.Холиков. Манера педагогической работы с детьми одарёнными возможностями. *Science and Education* 4 (7), 378-383
12. К.Б.Холиков. Роль теоретичности и применения информационных систем в области теории, гармонии и полифонии музыки. *Scientific progress* 2 (3), 1044-1051
13. К.Б.Холиков. Образовательное учреждение высшего профессионального образования в музыкальной отрасли Узбекистана. *Scientific progress* 2 (6), 946-951
14. К.Б.Холиков. Задачи хора для вырождающегося нагруженного управления косвенного, противоположного и параллельно-двигающегося голоса. *Scientific progress* 2 (3), 690-696
15. К.Б.Холиков. Магнитные свойства тяготение к человеку многоголосного произведения музыке. *Scientific progress* 2 (3), 728-733
16. К.Б.Холиков. Дифференцированное обучение студентов на занятиях гармонии и анализа музыкальных произведений. *Scientific progress* 2 (3), 1038-1043
17. К.Б.Холиков. Звуковысотная организация и последовательность частей формы музыки. *Scientific progress* 2 (4), 557-562
18. К.Б.Холиков. Свободой выбора исполнительского состава в эпоху ренессанса. *Scientific progress* 2 (4), 440-445
19. К.Б.Холиков. Этапы формирования и перспективы развития инфраструктуры хорового коллектива. *Scientific progress* 2 (3), 1019-1024
20. К.Б.Холиков. Полуимпровизационные формы профессиональной музыки. *Scientific progress* 2 (4), 446-451
21. К.Б.Холиков. Область применения фугированных форм. Тройные и четверные фуги. Фугетта и Фугато. *Scientific progress* 2 (1), 1052-1059
22. К.Б.Холиков. Проблематика построения современных систем мониторинга объектов музыкантов в сфере фортепиано. *Scientific progress* 2 (3), 1013-1018
23. К.Б.Холиков. Содержание урока музыки в общеобразовательном школе. *Scientific progress* 2 (3), 1052-1059
24. К.Б.Холиков. Представление результатов измерений системы контроля параметров дыхания в вокальной пении. *Scientific progress* 2 (3), 1006-1012
25. К.Б.Холиков. Гармония к упражнению голоса их роль в регуляции мышечной деятельности при вокальной музыки. *Scientific progress* 2 (3), 705-709
26. К.Б.Холиков. Область применения двойные фуги. *Scientific progress* 2 (3), 686-689
27. К.Б.Холиков. Музыкально театральные драмы опера, оперетта. *Science and Education* 3 (2), 1240-1246

28. К.Б.Холиков. Фактуры, музыкальной формы, приводящие к структурной, драматургической и семантической многовариантности произведения. *Scientific progress* 1 (4), 955-960
29. К.Б.Холиков. Подбор состава хора и изучение музыкального материала в школьном возрасте 10-13 лет. *Scientific progress* 2 (3), 999-1005
30. К.Б.Холиков. О принципе аддитивности для построения музыкальных произведения. *Science and Education* 4 (7), 384-389