

Опубликовано и вывешено в Интернете:

http://www.mosgu.ru/nauchnaya/publications/2007/conf_materials/Education_of_the_XXI_century_2007_2/

Музыказнание и естествознание: параллели

В.А. Дементьев

Москва, ГЕОХИ им. В.И. Вернадского РАН

Проблема: статус общеобразовательных дисциплин в системах высшего образования

Одна из целей любой системы образования – научить будущего специалиста не только пользоваться готовыми знаниями в узкой профессиональной сфере, но и дать ему навыки добычи новых знаний. Ведь нынешнему студенту когда-то придется самостоятельно добывать те знания, которые сейчас просто никому не известны. Культурный же человек обязан отличать истинное от ложного, подлинное от поддельного не только в своей профессиональной сфере деятельности, но и в общественной жизни. Под добычей знаний понимается не только исследовательская работа в рамках профессии, но и работа с данными из смежных источников, справочной и периодической литературы по иным специальностям, из СМИ. Это и работа с источниками художественного плана.

Можно считать, что в блоке специальных дисциплин различные системы образования с этой задачей справляются, хотя бы в постановочном плане. Передовые системы приобщают студентов к исследовательской работе, начиная с первых курсов. Нормальные системы приобщают выпускников к такой работе в аспирантуре.

В блоке же общеобразовательных дисциплин такая задача даже не ставится. Действующие сейчас в нашей системе высшего (не университетского) образования стандарты, программы, учебники по физике, химии, по курсу «Концепции современного естествознания» подают учащимся только готовые знания. Без какого-либо критического анализа их

происхождения и без опыта их применения на практике. Объем знаний по каждому из этих учебных предметов весьма велик. Пользы же от них в плане решения указанной задачи крайне мало. Что же касается известной декларации – эти науки лежат в основе всех специальных дисциплин – то многолетний опыт общения автора с коллегами в Тимирязевской сельхозакадемии показал полное отсутствие следов физики в лекционных курсах, практикумах и в учебниках спецкафедр этого вуза.

Таким образом, статус общеобразовательных дисциплин в системе неуниверситетского образования никак не соответствует идеологии современного высшего образования. Тем более, задачам будущих систем образования. Не соответствует он и затрачиваемым ресурсам. Возникает вопрос – как исправить это ненормальное положение.

Сложность феномена образования исключает пользу от какого-то частного усилия. Например, от чиновного распоряжения внести коррективы в образовательные стандарты. Только само образование может постепенно отыскать нужные средства в собственных ресурсах. Одно из таких средств обсуждается в данном сообщении.

Общий подход к поиску решения данной проблемы – принцип дополнительности Бора

Разрешить указанную, гуманитарную по сути, проблему может помочь закон Природы, выявленный естествознанием. Это принцип дополнительности, открытый Н. Бором. Важно, что сам его автор разработал методологию применения принципа к решению сложных проблем. И выяснил – чем сложнее проблема, исследуемый предмет или явление, тем больше положительный эффект от использования этого принципа.

Не будем цитировать формулировку принципа. Напомним только, что он позволяет оценивать ценность суждений о сложных объектах и явлениях Природы. Суждением может быть отдельное высказывание, научная теория, учебный курс. Ценность суждения определяется содержащимися в нем

парами дополняющих друг друга качеств объекта или явления. Чем больше таких пар (они называются боровскими парами), тем суждение ценнее в плане превращения его в руководство к действию. Непреодолимая неприятность состоит в том, что в одиночном суждении невозможно получить высокую степень качества обоих компонент любой боровской пары. Если достигнуто высокое качество одного компонента (пусть это степень *истинности* информации об объекте), то неизбежно снижено качество дополняющего компонента (здесь это степень *ясности* представлений об объекте). Открытие пары качеств *истинность-ясность* принадлежит самому Бору.

Нам сейчас важно одно следствие из данного принципа. Его формулировка также принадлежит Бору:

"Мы должны вообще быть готовыми к тому, что всестороннее освещение одного и того же предмета может потребовать различных точек зрения, препятствующих однозначному описанию". (Бор Н. Избранные научные труды. М., 1971. Т. 2., с. 58).

Сформулированный выше принцип и приведенное следствие могут быть восприняты как глубокий гносеологический пессимизм. Но это не так. Природа оставила нам лазейку. Столь безнадежно данные закономерности звучат лишь в применении к одиночному суждению. Если же о сложном предмете, явлении сгенерировать несколько суждений (а это и будет всестороннее освещение предмета), то пользователь сможет насладиться высоким качеством всех компонентов, содержащихся в этой сумме боровских пар. Другой вопрос – будет ли пользователь в состоянии всю эту информацию переварить. Еще вопрос – не собьет ли пользователя с толку возможная противоречивость суммы суждений?

Весь опыт различных систем высшего специализированного образования показывает, что пользователь, студент, справляется и с первым, и со вторым вопросом. Несмотря на то, что ему дается не один учебный курс по его будущей специальности, а множество таких курсов. Опираясь на этот

положительный опыт, мы можем обозначить общее решение поставленной в данном сообщении проблемы следующим образом.

Сколько бы общеобразовательных дисциплин ни дополняло специальные дисциплины вуза, все они могут дать вклад в решение задачи привития будущему специалисту представлений о методах добычи новых знаний. Надо лишь выполнить одно условие – ориентировать курсы общеобразовательных дисциплин на показ методики добычи новых знаний, их апробации и применения на практике.

Все возражения о трудности выполнения этого условия легко отменяются на данном, общем уровне решения задачи. Вот соответствующие аргументы.

1. Установки нашей системы высшего образования требуют, чтобы вузовский преподаватель был ученым-исследователем. Следовательно, он сам знает, как в его области знаний эти знания добывают. И сможет рассказать об этом.

2. Преподавателям различных общеобразовательных дисциплин совершенно необязательно кооперироваться с преподавателями других общеобразовательных дисциплин и со спецкафедрами ради выработки единой методики рассказа о методике добычи новых знаний. Пусть студент слышит противоречивые суждения об этих методиках в разных предметных областях. Лишь бы был тренинг, а дальше он сам разберется, как ему действовать.

3. Пестрота и неразбериха в связи с пестротой предметных областей здесь студенту не грозит. Пусть сами знания пестры, но в разных курсах будет четко выделен один и тот же предмет изучения – добыча, проверка и применение новых знаний.

4. Необязательно перегружать студента конкретными знаниями, решая поставленную задачу в общеобразовательной дисциплине. В рамках стандартной квоты учебного времени можно сосредоточиться не на всей стандартной программе, а на тех ее разделах, на которых кафедра сумеет

организовать показ своей методики добычи, проверки и реализации новых для студента знаний.

Итак, мы не нарушим принцип дополнительности Бора, если в рамках компетенции вуза решим ориентировать общеобразовательные кафедры на решение указанной задачи. Но остается один неприятный частный вопрос – а может ли быть сколь-нибудь сходной методика добычи и реализации новых знаний в весьма различных предметных областях. Анализ этого вопроса и посвящен остальной материал данного сообщения. Для того, чтобы отвести и эту опасность, мы проанализировали параллели в двух предметных областях, которые традиционно считаются перпендикулярными. Это естествознание на самом низком уровне анализа природных явлений (физика, а более узко – механика) и музыковедение. Тоже на самом низком уровне анализа музыкальных явлений (теория музыки, а более узко – гармония).

Адекватное описание явлений как необходимое условие поиска фундаментальных закономерностей

Поиск фундаментальных законов механики начался лишь после того, как система Коперника (неподвижное Солнце) одолела систему Птолемея (неподвижная Земля). Накопление точных астрономических данных, спроецированных в систему Коперника, позволило их количественно проанализировать и описать в виде эмпирических законов Кеплера. Процесс продолжался несколько веков.

Теоретическая музыкальная мысль заработала лишь после того, как длительный поиск музыкантов-практиков и педагогов привел к созданию графической нотации звуковых явлений. Стало ясно, что музыкальная мысль живет в некоей строгой системе звуковысотных и ритмометрических соотношений. Эти соотношения были найдены, изображены графически и численно и, тем самым, подготовлены к всестороннему теоретическому анализу. Были выявлены эмпирические правила движения музыкальной мысли в пространстве художественного произведения.

В разных областях знания такие системы создаются сегодня, следовательно, этому можно и полезно обучать на новом материале. В механике при усложнении движений приходится сочинять самые различные системы обобщенных координат ради упрощения описания этих движений.

В музыку пришли компьютерные технологии генерации и исполнения композиций. Для этих технологий более удобными оказались иные графические образы, более наглядно отображающие движение звуковых масс.

Процесс выявления фундаментальной закономерности не поддается логическому анализу

Одно из важных свойств нашего мышления отражено в боровской паре *чувство-анализ*. Попытка индивида самостоятельно или с помощью постороннего проанализировать свое сильное чувство приводит к ослаблению этого чувства, даже к его исчезновению. На этом основаны заработки психоаналитиков и русская манера бесплатно поплакать в чью-то жилетку. Все фундаментальные открытия проистекают из беспокойного чувства одаренного индивида – здесь что-то есть! Из мучительных попыток всмотреться – что же здесь есть. Из неуловимой догадки – оно же уже мелькало, надо только вспомнить, что. Эврика!

Для общества здесь важно лишь, что некто догадался, какая пружина приводит в движение природные объекты и порождает наблюдаемые эмпирические закономерности. Важно, что эта пружина названа и количественно описана. А почему она действует, остается неясным. На то он и фундаментальный закон. Если бы можно было объяснить причину действия самой пружины, это был бы уже прикладной закон, закон-следствие. Сам описанный здесь процесс называется постановкой и решением *обратной фундаментальной задачи* данной науки.

В итоге мы не знаем, как Галилей, Ньютон и Лейбниц построили систему фундаментальных законов механики. Ньютон оставил нам лишь

туманную фразу «Если мне посчастливилось видеть дальше других, то лишь потому, что я стоял на плечах гигантов».

Мы не знаем, как советский теоретик Ю.Н. Тюлин догадался, какая пружина заставляет нас так закономерно двигаться в пространстве музыкальной звуковысотной системы. Такой пружинной является наша естественная потребность отразить свою эмоциональную историю в форме вокализованной членораздельной речи. (Ю.Н. Тюлин, Учение о гармонии, М., Музыка, 1966).

Итак, в очень разных, совершенно непохожих областях знания движение к принципиально новому знанию проходит одну и ту же стадию постановки и решения фундаментальной обратной задачи. Этому нельзя научить. Можно только пытаться восстановить туманную историю открытия.

Выявленные фундаментальные закономерности позволяют на логическом уровне преодолеть былые научные заблуждения

Важность фундаментальных законов состоит в возможности на их основе получать многочисленные следствия, которые можно проверить на практике. Вот этому уже можно научить любого студента с большой пользой для его будущей профессиональной, культурной и общественной деятельности.

Построение ньютоновской механики позволило сразу же отказаться от казавшейся непреложной фундаментальной закономерности, принадлежавшей научному авторитету Аристотеля – движущееся тело обязательно теряет способность двигаться, с неизбежностью теряет по дороге что-то важное и останавливается.

Открытие Ю. Тюлиным психофизических основ музыкальной звуковысотной системы позволило преодолеть убеждение теоретиков, распространившееся и в широких культурных кругах. Считалось, что наблюдения за музыкальной жизнью народов Индии позволяют приписать этим народам более тонкий музыкальный слух и более сложное музыкальное

мышление, чем у европейцев. Считалось, что у этих народов звуковысотная система построена не из 12 полутонов, как у европейцев, а из большего числа более узких интервалов. Оказалось, что это не так. И европейцы, и индийские музыканты пользуются не только основными интервалами, устоявшимися в современной человеческой психике, но и несколько варьируют ширины этих интервалов. Тот, кто пел в хоре *a capella*, хорошо знаком с этим явлением. Но мы не отражаем в нашей нотации эти явления, а в Индии на грифах некоторых народных инструментов встречаются лады, позволяющие отразить эти варианты в явном виде. В помощь вокалисту.

Данные преодоления сделаны профессионалами. Но для нас важно, что в механике разработан готовый аппарат для выполнения такого анализа и для принятия соответствующих решений. Этим аппаратом уже сейчас мы учим пользоваться студентов. В музыкальной теории такой аппарат пока не разработан систематически. Но можно поставить методическую задачу его разработки. Как только аппарат будет разработан, им сможет воспользоваться любой музыкант.

На основе фундаментальных законов разрабатываются законы-следствия ради решения прикладных задач

Никакие фундаментальные законы невозможно доказать логически. Поэтому любая закономерность, кажущаяся фундаментальной, может оказаться научным заблуждением. Как упоминавшийся принцип Аристотеля. Как апории Зенона.

К фундаментальным законам следует относиться с научной подозрительностью. Следует прилагать заметные усилия, чтобы убедиться в их валидности. Простых алгоритмов здесь не существует. Но довольно хорошо разработана методология такой проверки. Из фундаментальных законов логически выводятся законы-следствия, и делаются попытки применить эти следствия на практике в процессе конструирования многочисленных действующих объектов. Если эти объекты не дают отказов,

укрепляется общественная убежденность в справедливости всей системы законов, действующих в данной области знания.

Природа вынудила нас внести в эту методологию одну очень серьезную сложность. Дело в том, что фундаментальные законы и их следствия выявляются на очень высоком уровне абстракции. Поэтому их нельзя применить непосредственно к конструированию реальных действующих объектов. Ведь объекты принадлежат реальному материальному миру со всеми его сложностями. Для того, чтобы конструируемые объекты ломались не сразу, законы-следствия приходится снабжать параметрами, адекватными реальной действительности. Делается это путем постановки и решения *обратных прикладных задач*.

В механике основной закон $a = F/m$ начинает работать только тогда, когда из эксперимента выясняется, что $m =$ тому-то, а F трения в реальной среде можно представить рядом Тейлора до такой-то степени скорости движения объекта. Коэффициенты в ряде Тейлора приходится добывать из специальных экспериментов. Только после этого теоретически предсказанные движения начинают быть похожими на реальные. Потом, все равно, приходят инженеры и слесари, что-то подкручивают и подпиливают в реальном объекте, и тот начинает двигаться, как надо. Например, самолет взлетает.

В музыке из фундаментальной теории устройства звуковысотной системы следуют представления о функциональных соотношениях между ступенями лада в мелодии и о соотношениях между аккордами, построенными на этих ступенях. Но для того, чтобы превратить эти представления в действующие правила генерации музыкального текста, требуется проанализировать реальную музыкальную практику и выявить параметры взаимодействия соседних ступеней в мелодии и соседних аккордов в гармонии. Последнее оказалось более простой обратной прикладной задачей. И она давно решена. Следует честно признать, что до появления теорий Тюлина или Холопова. Выяснилось, что в

среднеевропейском музыкальном мышлении превалирует движение аккордов по кругам с перебором ступеней 1– 4 – 5 – 1. В джазе же после такого круга обязательно следует круг 1– 5 – 4 – 1. Так настроены любители джаза. Тут приходят композитор и аранжировщик и раскрашивают эту схему мелодическими вариациями. Но попробуй они отступить от этих гармонических схем. Не сработает. Их никто не поймет – ни музыканты-импровизаторы, ни любители джаза.

Ценность науки для общества – в способности к прогнозу

Добытые знания можно использовать на практике самыми различными способами. Рассмотрим способ употребления знания для генерации прогноза. И реакцию общества на способность науки прогнозировать события в реальном мире.

Механика прогнозирует движения конкретных материальных тел в заданных условиях. Работать непосредственно с конкретными материальными объектами и с реальными условиями она неспособна. Поэтому заменяет объекты мыслимыми *моделями*. На основе фундаментальных законов и их следствий, а также пользуясь результатами решения прикладных обратных задач, механика ставит и решает *прямые задачи*. То есть точно предсказывает, как будет двигаться модель. За упрощение задачи (модель вместо реальности) приходится расплачиваться промахами – реальный объект движется не совсем так, как предсказано. И надо очень много поработать над моделями, над теорией, решить множество обратных задач, прежде чем теория начнет давать приемлемый прогноз на малых дистанциях движения и на малых промежутках времени. Чтобы потребители были довольны. А на больших дистанциях и временных отрезках прогноз все равно сломается. Об этом позаботится сама Природа.

Гармония решает прямые задачи более уверенно. Выше были приведены основные гармонические схемы классических и джазовых композиций. Музыкальная практика их не преодолевает, создавая реальные произведения,

воплощающие движение музыкальной мысли. Только разнообразит формы аккордов, обладающих функциями ступеней 1, 4, 5. И все эти вариации форм аккордов гармония хорошо знает. Не может только предсказать, когда и какой вариант изберет тот или иной композитор.

Отметим одно важное отличие между двумя областями знания в плане отношения общества к их прогнозам. Механика свое умение прогнозировать хранит и пестует сама в себе. Обществу выдается только результат. Вот если тогда-то и так-то запустим ракету, то приборный отсек обязательно попадет на поверхность Фобоса, малого спутника Марса.

Музыка через свою художественную практику обучает обычного слушателя прогнозировать течение музыкальных событий. Слушатель впитывает звуковысотную систему, лады (мажор и минор). Композитор же заставляет слушателя усваивать движение мысли в своем конкретном произведении путем повторения избранных им гармоний и мелодических мотивов. Музыка есть искусство повторений. Слушатель наперед знает, что прозвучит сейчас. Предвкушает и наслаждается своей готовностью услышать то, что уже звучит у него внутри. И тут, если это не попса, слушателя обманывают в его ожиданиях. Чтобы ему не стало скучно. Средства управления обманом находятся не у Природы, а у теоретика, композитора и у исполнителя.

Таким образом, только в этом пункте мы нашли анти-параллели между музыкой и естествознанием. Здесь именно задачи оказались противоположными.

Выводы

Пусть какому-то маршалу от образования с нездоровым воображением придет в голову мысль создать психологический факультет с обязательными предметами: механикой и гармонией. Тогда преподаватели этих общеобразовательных кафедр со временем обнаружат следующее.

1. Если они будут преподавать свои предметы так, как определено в современных стандартах, то студенты взбунтуются и заявят – «это самые непонятные и самые бесполезные курсы».

2. Если они будут преподносить свои предметы так, как предлагается в данном сообщении, с показом всей технологии добычи, проверки и применения знаний, то прагматичные молодые люди сообразят, что их снабжают ценной методологией, позволяющей им в будущем делать **открытия**. Мелкие (для себя) или крупные (для общества). В психологии, в политике, в культуре. Бунт маловероятен.

3. Подвигами этих кафедр заинтересуются спецкафедры. Психологам будет интересны приложения принципа дополнительности Бора к сложным проблемам. Возможно, они вспомнят, что Бор именно на международном съезде психологов на вопрос «А что дополнительно к истине?» подумал и сделал открытие – «Ясность».

4. Заглянув к механикам, музыковеды поймут, что в их предметной области худо с постановкой и решением обратных задач. И совсем неладно с аппаратом вывода следствий из фундаментальных законов. В то время как в механике такой аппарат прекрасно разработан.

5. Заглянув к музыковедам, механики поймут, что в их учебной работе худо с непосредственным выходом теоретических построений в практику. Требуется еще теория машин и механизмов, сопромат, теория прочности. В то время как в гармонии все теоретические построения сразу же проверяются конструированием чего-то музыкаподобного. Настолько подобного, что ответ на поставленную задачу по гармонии можно спеть четырехголосным хором *a capella*. На концертной эстраде такие произведения не будут иметь особого успеха, но в учебном классе они звучат непрерывно.

Итак, мы видим, что реализация нашего предложения не привела бы к конфузу даже при самом диком сочетании специальных и общеобразовательных дисциплин. А польза от него определялась бы только профессиональными способностями преподавателей.