

УДК 378.147

DOI: 10.26140/anip-2020-0901-0040

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОБЛЕМНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ АСТРОНОМИИ В ПЕДАГОГИЧЕСКОМ ВУЗЕ

© 2020

AuthorID: 361913

SPIN: 1504-7307

**Куренщиков Александр Владимирович**, кандидат технических наук,  
доцент кафедры физики и методики обучения физике

*Мордовский государственный педагогический институт имени М. Е. Евсевьева  
(430007, Россия, Саранск, улица Студенческая, дом 11а, e-mail: akur@inbox.ru)*

**Аннотация.** Практика показывает, что у подавляющего большинства выпускников общеобразовательных школ качество знаний по астрономии крайне низкое, а у определенной части их сложились искаженные представления о ряде астрономических явлений и понятий. Из этого следует, что уровень преподавания астрономии в средней школе сейчас оставляет желать лучшего. Выход из сложившейся ситуации автору статьи видится в повышении эффективности обучения астрономии в педагогическом вузе, для того чтобы в школы пришли действительно знающие астрономию молодые учителя. Повысить эффективность процесса обучения астрономии предполагается путем применения проблемного подхода к изложению учебного материала. В статье обсуждаются особенности использования проблемного обучения астрономии в педагогическом вузе, предлагаются способы его осуществления при изложении некоторых тем курса. В частности знакомство обучающихся с результатами астрономических наблюдений, которые привели в истории науки к постановке научной проблемы. Создание проблемных ситуаций на основе столкновения различных, зачастую взаимно противоположных, астрономических концепций; на основе борьбы идей в современной астрономии на примере нобелевских лауреатов. Показано, что проблемные ситуации можно создавать на основе межпредметных связей, используя знания по физике и математике применительно к астрономии; использовать проблемные ситуации, созданные на основе трудов великих ученых прошлого. В статье приводится пример схемы построения проблемной лекции на тему «Происхождение Луны», также рассмотрен пример применения средств наглядности при изложении проблемной лекции «Двойные звезды».

**Ключевые слова:** образование, астрономия, обучение, проблема, проблемный подход, лекция, наблюдение, эксперимент, концепция, идея, замысел, межпредметные связи, астрофизика, история науки, происхождение Луны.

## USE OF PROBLEM SITUATIONS IN TEACHING ASTRONOMY AT A PEDAGOGICAL UNIVERSITY

© 2020

**Kurenshchikov Alexander Vladimirovich**, candidate of technical sciences, associate professor,  
department of physics and methods of teaching physics,

*Mordovian State Pedagogical Institute named after M.E. Evseev  
(430007, Russia, Saransk, Studencheskaya street, 11a, e-mail: akur@inbox.ru)*

**Abstract.** Practice shows that the vast majority of secondary school graduates have an extremely low quality of knowledge in astronomy, and some of them have distorted ideas about a number of astronomical phenomena and concepts. That evidences that nowadays the level of teaching astronomy in secondary school leaves much to be desired. The author of the article sees a way out of this situation in increasing the efficiency of teaching astronomy at pedagogical universities, so that the good-educated young astronomy teachers could be employed at schools. It is supposed to apply a problematic approach to the presentation of educational material. The article discusses the peculiarities of using the problem-based teaching of astronomy at a pedagogical university, and suggests methods for its implementation when presenting some topics of the course. One of these methods is introducing the results of astronomical observations, which have led to the formulation of a scientific problem in the history of science. The problematic situations are created on the basis of a collision of various, often mutually opposing, astronomical concepts, for example, the struggle of ideas of Nobel laureates in modern astronomy. The author demonstrates that the problematic situations can be created, for example, on the basis of interdisciplinary connections using knowledge of physics and mathematics in the context of astronomy and on the basis of the works of great scientists of the past. The article exemplifies a scheme for the building a problem lecture on the topic "The Origin of the Moon". The author also gives an example of using the visual aids in presenting the problem lecture "Double Stars".

**Keywords:** education, astronomy, training, problem, problematic approach, lecture, observation, experiment, concept, idea, design, intersubject communications, astrophysics, history of science, the origin of the Moon.

*Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными и практическими задачами.* В настоящее время доказано положительное влияние проблемного обучения не только на интеллектуальное развитие обучающихся, но и на мотивацию учения. Вопрос об эффективности проблемного обучения нашел широкое освещение в психолого-педагогической и методической литературе. Во многих работах высказывается мысль о том, что показателем эффективности проблемного обучения является качество знаний, в других работах отмечается, что проблемное обучение наиболее эффективно способствует развитию познавательной самостоятельности учащихся [1]. Таким образом, разработка многих аспектов проблемного обучения по-прежнему находится на повестке дня и работа в данном направлении по-прежнему актуальна.

На современном этапе высшая школа взяла направление на активное внедрение проблемного обучения, которое, активизируя познавательную деятельность, способствует повышению качества подготовки специ-

алистов. Утверждение метода проблемного обучения связано с тем обстоятельством, что в настоящее время предъявляются более серьезные требования ко всей системе образования. Теперь уже главной задачей преподавания считается не простое усвоение студентами определенной суммы знаний, а формирование способностей к научному творчеству, самостоятельному решению проблем, выдвигаемых жизнью.

*Анализ последних исследований и публикаций, в которых рассматривались аспекты проблемы.* Основная идея проблемного обучения, теоретически разработанного в трудах В. Оконь [2], А. М. Матюшкина [3], Т. В. Кудрявцева [4], М. И. Махмутова [5], состоит в том, что знания не передаются обучающемуся в готовом виде, а приобретаются им самостоятельно в процессе деятельности в условиях проблемной ситуации, т.е. основной акцент в этом типе обучения делается на усиление роли самого субъекта обучения, повышение его активности в познании. Главная функция проблемного обучения – развитие творческих потенций личности [6, 7].

Применительно к вузу метод проблемного обучения разрабатывается в трудах Т. А. Ильиной [8], В. М. Вергасова [9], М. Г. Гарунова и В. В. Пустовит [10], И. Д. Ремезовского [11], А. А. Вербицкого и др. [12]. Его плодотворность не вызывает сейчас сомнений, идет лишь поиск практических путей осуществления [13–16].

**Обоснование актуальности исследования.** Содержание и структура курса астрономии позволяют широко применять на практике проблемный подход к изложению учебного материала, используя для этого приемы, приведенные в статье Т. А. Ильиной [8]. Однако процесс познания в астрономии имеет ряд особенностей, обуславливающих некоторую специфику использования этих приемов и создания проблемных ситуаций, которая и рассмотрена в настоящей статье.

**Формирование целей статьи.** Опыт работы автора в педагогическом вузе показывает, что у подавляющего большинства обучающихся, поступивших на первый курс, качество знаний по астрономии крайне низкое. Повысить эффективность процесса обучения астрономии предполагается путем применения проблемного подхода к изложению учебного материала. **Постановка задания.** Рассмотреть особенности и возможности использования проблемного обучения астрономии в педагогическом вузе, предложить способы его осуществления при изложении некоторых тем курса.

**Результаты.** Основой и источником астрономических знаний, критерием истинности научных гипотез являются наблюдения, сущность которых сводится к приему электромагнитного излучения от небесных объектов. Таким образом, по методу исследования астрономия отличается от других естественных наук, в частности от физики – науки экспериментальной. Поэтому, если в физике одним из самых распространенных способов создания проблемной ситуации является демонстрация опыта, то в астрономии применимость этого способа ограничена. Зато на первый план выдвигается использование учебных и жизненных ситуаций, возникающих в ходе астрономических наблюдений. Уже на первых занятиях студентам дается задание по наблюдению за вращением небесной сферы, за перемещением Луны, Солнца, планет относительно звезд. В дальнейшем, при изложении основ сферической астрономии, эти наблюдения следует использовать для создания проблемных ситуаций на основе противоречия между видимым движением (вращение небесной сферы, перемещение Солнца по эклиптике и планет среди звезд) и действительным движением (вращение Земли вокруг своей оси, движение Земли и планет вокруг Солнца).

Интересным является и еще один способ создания проблемной ситуации – знакомство обучающихся с результатами астрономических наблюдений, которые сначала не могли найти объяснения и привели в истории науки к постановке научной проблемы. В качестве примера можно рассмотреть рентгеновские источники излучения. Почему некоторые небесные объекты оказались столь яркими в рентгеновской области? Ведь обычные звезды, нагретые до температуры в несколько десятков тысяч градусов, имеют очень малую рентгеновскую светимость. Следовательно, рентгеновские звезды светят не за счет термоядерных реакций. Необходимо было искать совершенно новый источник энергии. Эта научная проблема была решена отождествлением рентгеновских источников с тесными двойными системами, одним из компонентов которых является нейтронная звезда, и открытием дисковой аккреции на нейтронную звезду как источника излучения этих звезд.

Одним из наиболее эффективных приемов создания проблемной ситуации на лекции является демонстрация столкновения различных, зачастую взаимно противоположных, астрономических концепций. Так, в представлении о природе аэролитов столкнулись две одинаково древние концепции: в основе замысла одной

лежало предположение об их земном или атмосферном происхождении, в основе замысла другой была идея их космического, небесного происхождения. На базе руководящей идеи второй, правильной, концепции была создана теоретическая модель метеорного вещества как существенного элемента Солнечной системы. Основу концепции определили Эрнст Хладни в своей работе о Палласовом железе, Доминик Араго в своих работах по астрономии (наиболее известна «Общепонятная астрономия»), Генрих Ольберс в своих работах по изучению комет и астероидов. Эта концепция определяется идеями о заполненности космического пространства веществом в виде частиц и обломков разного размера, которые, двигаясь по своим орбитам, сталкиваются друг с другом, и иногда падают на поверхность Земли. Изучив эти упавшие обломки – метеориты, человек может понять условия существования космического вещества, закономерности его эволюции, получить новое знание о Солнечной системе и о Космосе в целом.

Борьбу идей в современной астрономии наиболее ярко можно показать на примере недавних нобелевских лауреатов по физике. Современная астрономия из науки, основанной на наблюдениях, т.е. описательной, преобразилась в науку поиска причин явлений и вышла на передний край поиска истины вместе с физикой. Теперь вместо изучения положений и движения светил на небесной сфере основой астрономии стало изучение физических процессов протекающих в Космосе. Таким образом «астрофизика» стала фактически синонимом астрономии. Не случайно в последние двадцать лет Нобелевская премия по физике не однократно присуждалась астрофизикам: 2002 год, Риккардо Джаккони за исследования в области астрофизики рентгеновских лучей; 2006 год, Джордж Ф. Смут и Джон С. Мэйзер за открытие анизотропии реликтового излучения; 2011 год, Сол Перлмуттер, Брайан Шмидт и Адам Рис за открытие ускоренного расширения Вселенной (открытие темной энергии); 2017 год, Райнер Вайс, Кип Торн и Барри Бэрриш за открытие гравитационных волн; 2019 год, Мишель Майор, Дидье Келоз за открытие экзопланеты на орбите вокруг солнцеподобной звезды и Джеймс Пиблз за теоретические открытия физической космологии.

Важную роль в преподавании астрономии играют межпредметные связи, поскольку эта дисциплина является обычно завершающей физико-математическое образование и читается на старших курсах, когда студенты имеют достаточную подготовку по физике и математике. Межпредметные связи, отражающие диалектическую взаимосвязь между различными явлениями, которая познается с разных сторон естественными науками [17]. Тесные связи между физикой и астрономией проявляются на уровне фундаментальных закономерностей, единых методов исследования, в интерпретации таких взаимодополняющих понятий, как светимость, энергия, плазма и др., в подходе к решению научных задач. На протяжении всей истории науки прослеживается влияние астрономии на развитие математики. Например, именно практическая необходимость в определении точных видимых положений светил, а затем и в объяснении их движений заставила Ньютона разработать основы дифференциального и интегрального исчисления.

В связи с этим, проблемные ситуации можно создавать на основе межпредметных связей, используя знания по физике и математике применительно к астрономии. Примеров подобного типа проблемных ситуаций можно привести очень много. Наиболее яркие из них: применение законов излучения абсолютно черного тела к определению поверхностной температуры звезды; расчет периода пульсации цефеид с помощью формулы Гюйгенса для периода колебания математического маятника; нахождение по спектрам небесных тел химического состава звездных атмосфер, использование закона Менделеева-Клапейрона для оценки температуры в

центре звезды, применение законов термодинамики для объяснения свойств черных дыр и т.д. Как правило, этот тип проблемных ситуаций всегда вызывает большой интерес у обучающихся.

Основой для создания проблемных ситуаций могут стать и отрывки из трудов ученых, процитированные во время изучения нового материала. Например, в начале лекции о планетах земной группы можно привести следующее высказывание выдающегося русского астронома Г. А. Тихова, основавшего в 50-х годах прошлого века новую отрасль науки – астроботанику: «Зная физические и химические свойства планет Солнечной системы и познакомившись с приспособляемостью организмов к условиям среды, мы можем с уверенностью говорить о существовании на Марсе или Венере микроорганизмов... Есть основание предполагать, что микроорганизмы существуют и на планетах-гигантах» [18]. Далее следует задать вопрос «Как изменились сейчас, после посадки на поверхность Марса и Венеры космических станций, представления об этих планетах? Подтвердились ли предположения ученого?»

Разделы курса астрономии, связанные с историей науки предоставляют особенно благоприятные возможности для проблемного обучения, так как «глубоко понять и осмыслить достигнутое современной наукой вне того противоречивого пути, который к нему привел, невозможно» [19]. Задача преподавателя не только сообщить студентам конкретную информацию, но и рассказать о том, какая борьба мнений шла вокруг тех или иных проблем, показать сложный и трудный путь познания истины, продемонстрировав сам процесс научного мышления.

Богатейший исторический материал для этого дают темы «Системы мира», «Астероиды, кометы, метеоры и метеориты», «Двойные звезды», «Строение Галактики», «Космология. Происхождение Вселенной» и др. Рассмотрим пример схемы построения проблемной лекции на тему «Происхождение Луны».

1. Исходные данные. История изучения Луны. Детали поверхности Луны, физические условия на Луне, химический состав грунта Луны.

2. Постановка проблемы. Каково действительное происхождение Луны?

3. Общее направление поиска решения. Разрешение двух вопросов: 1) вопрос дефицита железа на Луне, поскольку он играл решающую роль при обсуждении происхождения Луны. 2) вопрос сверхобедненности Луны летучими элементами (Li, Na, K, Rb, Cs, Bi, Tl).

4. Разбивка проблемы на подпроблемы. Решение проблемы может идти по двум путям.

Гипотеза А. Гипотеза мегаимпакта (предложена в 1975 г.). Луна образовалась в результате катастрофического столкновения с Землей крупного космического тела (ударника), размером с планету Марс. Авторы гипотезы американские ученые А. Камерон и В. Уорд и одновременно В. Хартман и Д. Дэвис. В результате удара огромная масса земной материи и частично материала ударника расплавилась и была выброшена на околоземную орбиту. Этот материал быстро аккумулировался в компактное тело, которое стало Луной.

Гипотеза Б. Формирование Земли и Луны из общего пылевого диска как у двойной системы (предложена в 1995 г.). Автор гипотезы академик ГЕОХИ РАН Э. М. Галимов. Луна сформировалась не вследствие катастрофического удара, а как двойная система одновременно с Землей в результате фрагментации облака пылевых частиц. Обеднение железом, как и другими летучими элементами произошло в результате испарения [20].

5. Проверка гипотезы А. При испарении происходит явление, называемое фракционированием изотопов. При испарении легкий изотоп опережает тяжелый, поэтому остаточное вещество должно обогатиться тяжелым изотопом того элемента, который был утрачен. Однако никакого сдвига изотопного состава, то есть каких-либо

следов изотопного фракционирования летучих элементов в лунном веществе не обнаружено.

6. Анализ результатов проверки гипотезы А. Гипотеза неверна. Американский ученый Р. Клейтон показал экспериментально, что при наблюдаемой потере калия Луной отношение  $^{41}\text{K}/^{39}\text{K}$  должно было бы измениться в ней на 60 %, но сдвига изотопного состава нет.

7. Проверка гипотезы Б. В случае формирования Луны из пылевого диска существует как прямой, так и обратный переход молекул между паром и расплавом, возникает так называемый термодинамический изотопный эффект. При повышенных температурах он может быть пренебрежимо мал. Идея закрытой системы вполне соответствует процессу, протекающему в облаке частиц. Испаряющиеся частицы окружены своим паром, и облако в целом находится в условиях закрытой системы.

8. Анализ результатов проверки гипотезы Б. Гипотеза Б может объяснить дефицит железа и сверхобедненность Луны летучими элементами.

9. Выводы. По видимому Луна сформировалась одновременно с Землей из общего пылевого диска.

Наглядность является одним из средств, позволяющих эффективно осуществлять проблемный подход к изложению многих тем курса. Применение наглядных средств для постановки проблемы привлекает внимание студентов к изучаемой теме, возбуждает познавательный интерес, помогая, таким образом, созданию атмосферы творческого поиска, необходимой при решении проблемы. Для демонстрации иллюстративного материала особенно эффективно применение проектора и экрана или интерактивной доски, которые позволяют органично вписать их в ход лекции. Например, при изложении темы «Двойные звезды». На экране последовательно демонстрируются изображения двойных звезд:  $\alpha$  Козерога и  $\alpha$  Гончих Псов, Сириус А и В, схема физической двойной системы с обозначением полостей Роша и точек Лагранжа. Дается объяснение различия между оптическими двойными и физическими двойными звездами. Затем демонстрируется изображение кривой блеска  $\beta$  Персея – Алголя. Далее происходит совместное обсуждение преподавателя и обучающихся о возможных причинах такого вида кривой блеска. В результате обсуждения строится вероятная схема расположения и движения компонентов Алголь А и Алголь В. Для подтверждения верности полученного результата демонстрируется анимация движения Алголь В вокруг Алголь А, составленная по снимкам интерферометра CHARA. Далее перед учащимися ставится вопрос «От каких характеристик компонентов системы зависит параметры орбиты компонента В?». Подобная постановка проблемы позволяет лучше усвоить фотометрический метод астрофизики, что позволяет в дальнейшем перейти к спектроскопическому методу при объяснении материала по спектрально-двойным звездам.

**Выводы исследования.** Таким образом, ряд вопросов курса астрономии, в которых раскрываются причинно-следственные связи явлений, определяется область применения физических законов, выясняются условия протекания физических процессов, целесообразно изучать в проблемном плане, используя для этого богатый исторический материал. При рациональном сочетании информационного и проблемного изложений стимулируется познавательная активность обучающихся и достигается повышение качества обучения астрономии в вузе.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абушкин, Х. Х. Методика проблемного обучения физике : учебное пособие для вузов / Х. Х. Абушкин. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2019. – 178 с.
2. Оконь, В. Основы проблемного обучения / В. Оконь. – М.: Просвещение, 1968. – 208 с.
3. Матюшкин, А. М. Проблемные ситуации в мышлении и обучении. – М.: Педагогика, 1972. – 208 с.
4. Кудрявцев, Т. В. Система проблемного обучения // Проблемное и программное обучение / Под ред. Т. В. Кудрявцева и А. М. Матюшкина. – М.: Изд-во Советская Россия, 1973. – 223 с.
5. Махмутов, М. И. Проблемное обучение: основные вопросы те-



ории / М. И. Махмутов. – М.: Педагогика, 1975. – 367 с.

6. Архангельский, С. И. Учебный процесс в высшей школе, его закономерные основы и методы / С. И. Архангельский. – М.: Высшая школа, 1980. – 368 с.

7. Лернер, И. Я. Главная функция проблемного обучения / И. Я. Лернер // Вестник высшей школы. – 1976. – № 7. – С. 16-21.

8. Ильина, Т. А. Что такое современная лекция? Как ей придать проблемный характер? // Вестник высшей школы. – 1984. – № 9. – С. 43.

9. Вергасов, В. М. Проблемное обучение в высшей школе / В. М. Вергасов. – Киев: Вища школа, 1977. – 94 с.

10. Гарунов, М. Г. Проблемное обучение и возможности его применения в вузе / М. Г. Гарунов, В. В. Пустовит. М.: Отд. науч. информации НИИ ВШ, 1977. – 56 с.

11. Ремезовский, И. Д. Применение проблемного чтения лекций в вузе / И. Д. Ремезовский. – К.: Вища школа. Изд-во при Киев. гос. ун-те, 1982. – 30 с.

12. Вербицкий, А. А. Проблемная лекция важное средство повышения качества и эффективного учебного процесса: обзорная лекция / А. А. Вербицкий, М. Г. Гарунов, К. А. Михальский. – М.: НИИ проблем высшей школы. Вып. 4. – 1982. – 44 с.

13. Абушкин, Х. Х. Проблемное обучение физике в педагогическом вузе: Учебное пособие / Х. Х. Абушкин // Мордов. гос. пед. ин-т. – Саранск, 2012. – 180 с.

14. Абушкин, Х. Х. Актуальные вопросы теории и технологии проблемного обучения / Х. Х. Абушкин // Современные проблемы физики и методики обучения физике; Мордов. гос. пед. ин-т. – Саранск, 2014. – С. 63-95.

15. Абушкин, Х. Х. Подготовка учителя физики к организации проблемного обучения / Х. Х. Абушкин // XIII Международная научно-методическая конференция «Физическое образование: проблемы и перспективы», матер. XIII Междунар. науч.-методич. конф. – Москва, 3 – 6 марта 2014 г. – С. 112-115.

16. Исследования физических явлений и технологий обучения физике: монография / Х. Х. Абушкин, А. Н. Большакова, А. Х. Биккиняева [и др.]; под общ. ред. Х. Х. Абушкина; Мордов. гос. пед. ин-т. – Саранск, 2018. – 158 с.

17. Суконкина, Н. А. Межпредметные связи и их дидактические возможности / Н. А. Суконкина, А. В. Куренчиков // Современные проблемы физики и методики обучения физике в общеобразовательной и высшей школе: сборник научных трудов / редкол.: Х. Х. Абушкин, Н. Н. Хвастунов; Мордов. гос. пед. ин-т. – Вып. 3. – Саранск, 2018. – С. 60-65.

18. Тихов, Г. А. Астробиология / Г. А. Тихов. – М.: Молодая Гвардия, 1953. – 68 с.

19. Ефименко, В. Ф. Принцип историзма в проблемном обучении / В. Ф. Ефименко, О. В. Плотникова // Вестник высшей школы. – 1985. – № 3. – С. 32-33.

20. Галимов, Э. М. Происхождение Луны. Российская концепция против «американской» / Э. М. Галимов // Земля и Вселенная [Электронный ресурс] : Интернет-журнал. – 2005. – № 6. Режим доступа : <http://ziv.telescopes.ru/rubric/astronomy/index.html?pub=9> (Дата обращения 25.11.2019 г.).

**Работа выполнена в рамках гранта Мордовского государственного педагогического института имени М. Е. Евсевьева на проведение научно-исследовательских работ по теме «Разработка учебно-методического обеспечения дисциплины «Астрономия» направления подготовки «Педагогическое образование» профиля «Физика. Информатика»**

Статья поступила в редакцию 29.11.2019

Статья принята к публикации 27.02.2020