

А.А. Кривушин

**ЭЛЕКТИВНЫЙ КУРС ПО СОЛНЕЧНО-ЗЕМНОЙ ФИЗИКЕ
ДЛЯ ПРОФИЛЬНЫХ КЛАССОВ ШКОЛ И ВУЗОВ
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ**

В статье рассматривается актуальность внедрения интегрированного междисциплинарного элективного курса по солнечно-земной физике, который отражает современное представление о системе Солнце – Земля, в учебный процесс школ и вузов физико-математической направленности в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом нового поколения. Описывается примерное содержание элективного курса и формы его реализации. Определен ряд направлений подготовки для высших учебных заведений, для которых применим описанный в работе элективный курс. Рассмотрена междисциплинарность курса и показаны межпредметные связи по биологии, медицине, метеорологии, физике и астрономии, которыми овладеют учащиеся при изучении курса, что будет способствовать их общему развитию. Значительное место отведено применению современных компьютерных технологий в образовательном процессе, проанализированы специализированные сайты, занимающиеся непрерывным мониторингом Солнца и околоземного пространства. Рассматриваются явления, связанные с солнечной активностью и ее влиянием на планету Земля. Сформулирован ряд проблем, которые не позволяют школьникам в полной мере овладеть астрономическими знаниями, что является недопустимым в условиях современного общества. Обосновывается применение данного элективного курса, который обеспечивает решение возникающих противоречий.

солнечно-земная физика, солнечная активность, интеграция, элективный курс, информационно-коммуникационные технологии.

В высших учебных заведениях страны, где в структуре представлен физико-математический факультет в том или ином виде, ведется обучение по различным направлениям подготовки, среди которых наиболее распространены 010100 «Математика», 010400 «Информационные технологии», 010500 «Прикладная математика и информатика», 010503 «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем», 010600 «Прикладная математика и физика», 010700 «Физика». Большинство вузов, придерживаясь обязательной базовой части, имеют примерно одинаковые рабочие программы по основным образовательным дисциплинам согласно федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования нового поколения. Стандарты содержат также вариативную часть, которая дает возможность расширения или углубления знаний, умений и навыков, определяемых содержанием базовых дисциплин. Как правило, курсами по выбору для большинства направлений подготовки являются дифференциальные уравнения, концепции современного естествознания, логика и многие смежные математические дисциплины. Перечисленные области знаний, несомненно, имеют важнейшее значение и несут весьма полезную информацию для вышеперечисленных направлений подготовки, однако, на наш взгляд, более значимым представляется введение элективного интегрированного курса по солнечно-земной физике (СЗФ).

Под интегрированными курсами уже долгое время понимается процесс, ведущий к состоянию сближения, связанности отдельных разделов учебных предметов в целом, что приводит к усилению междисциплинарных связей, снижению перегрузок учащихся, расширению сферы получаемой информации учащимися, подкреплению мотивации обучения.

Хотя анализ авторских программ по различным учебным предметам с сожалением заставляет констатировать, что в разных учебных предметах нередко параллельно изучаются родственные или порой одни и те же темы, что в условиях существования острой проблемы превышения предельно допустимых норм учебной нагрузки на учащихся недопустимо¹.

Именно такую проблему несут в себе привычные курсы по выбору, предлагаемые современным студентам, а также школьникам. В школах складывается похожая ситуация, с одним лишь дополнением, что в большей массе своей учителя не предлагают оригинальные программы курсов по выбору, а делают акцент на углубленное изучение своих дисциплин, что часто оправдывает себя в условиях непрерывной подготовки школьников к единому государственному экзамену на всех этапах обучения в старших классах. Но как в вузах, так и в профильных классах школ, в частности с физико-математическим уклоном, более оригинальным, по нашему мнению, будет развитие новых направлений современной науки. Так, солнечно-земная физика представляет интерес своей широкой и разнообразной тематикой, затрагивает много популярных вопросов астрономии, которая изъята современной системой из базовой части содержания образования и заменена скудной информацией в рамках курса физики, что, на наш взгляд, совершенно недопустимо в эпоху активного освоения космического пространства.

Некоторые перечисленные недостатки мы предлагаем решить при помощи разработанного интегрированного элективного курса по солнечно-земной физике, который представлен интеграцией естественно-научных дисциплин, таких как физика, астрономия, биология, экология, метеорология, а также медицина.

Интерес к космическим влияниям на Землю был всегда, но лишь к середине XX века эта область физики космоса, набрав определенную наблюдательную базу, получила концептуальную основу. Солнце – центральное тело в Солнечной системе и оказывает большое влияние на многие процессы и объекты в гелиосфере. Система Солнце – Земля представляет особую значимость в изучении физики и астрономии, так как человечество живет внутри этой системы и изменчивость процессов, происходящих в ней, оказывает на нас непосредственное влияние. Научные основы исследования солнечно-земных связей были заложены еще трудами выдающегося отечественного ученого Александра Леонидовича Чижевского в первой половине и в середине прошлого столетия. Он сопоставил многолетние данные по эпидемиям и внезапной кардиологической смерти с числами Вольфа, характеризующими солнечную активность и продемонстрировал их корреляцию. За последние десятилетия происходило бурное развитие космических исследований с использованием специализированной техники, регистрирующей физические характеристики околоземного пространства. Было сделано множество фундаментальных открытий, положивших начало становления солнечно-земной физики как отдельной науки. Солнечно-земная физика изучает явления и процессы, происходящие на Солнце, и воздействие Солнца на околоземное космическое пространство и планету Земля².

Комплекс явлений и процессов, связанных с образованием и распадом в солнечной атмосфере сильных магнитных полей, называется солнечной активностью. К основным ее проявлениям относятся: пятна, вспышки, волокна, протуберанцы, корональные выбросы вещества и потоки ускоренных частиц.

Изучение временных вариаций солнечной активности представляет значительный интерес не только с точки зрения физики Солнца, но и в рамках преподавания астрономии, физики, биологии, геологии, метрологии и медицины. Современная

¹ Сиванова О.В., Хмельёв С.С., Губанова Е.В., Орлов С.Б. Интеграция и дифференциация естественно-научных знаний в условиях модернизации общего образования // Успехи современного естествознания. 2002. № 5. С. 88–91.

² Кривушин А.А., Ельцов А.В. История развития представлений о солнечно-земной физике // Психолого-педагогический поиск. 2014. № 2/30. С. 197–205.

гелиофизика рассматривает активность Солнца как один из ведущих факторов, воздействующих на состояние околоземного пространства, глобальные и локальные климатические колебания. Долговременная эволюция магнитного поля Солнца и ее влияние на земные процессы активно исследуется в последнее время благодаря своей практической значимости. Накоплено достаточно убедительных свидетельств реальности влияния как кратковременных (не более нескольких суток), так и долгопериодных (десятки-сотни лет и более) вариаций солнечной активности на соответствующие изменения глобального и регионального климата Земли. Акцент на данную область интенсивно развивающегося научного направления, может привлечь внимание и заинтересовать молодых исследователей во время ознакомления с данной проблемой на занятиях по многим естественно-научным дисциплинам³.

Необходимо также отметить влияние солнечной активности на технические системы: радиосвязь, линии электропередач, электронную аппаратуру аэрокосмических объектов и спутников. Известно немало случаев, когда частицы солнечного ветра возбуждали ионосферу и оказывали воздействие на электрооборудование⁴.

Благодаря значительному прогрессу в области геофизических исследований в сочетании с космическими исследованиями, прояснились механизмы развития явлений солнечной активности в магнитосфере, приводящие к возникновению электромагнитных полей. Именно эти очень слабые поля по сравнению с известными электромагнитными полями антропогенного происхождения и выдвинулись на первое место в качестве биотропных факторов в воздействиях солнечно-земных связей на биосферу⁵.

Такой широкий спектр влияния на различные процессы на Земле важно учитывать в преподавании естественно-научных дисциплин. Поэтому назрела необходимость создания интегрированного элективного курса по солнечно-земной физике, который раскроет влияние солнечной активности на различные сферы, такие как климат, биологические объекты (растения, животные), сейсмология и отдельно — влияние на человека. Также стоит отметить, что данная задача не осуществима без современных информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), которые повсеместно применяются в обучении. К примеру, современный астроном проводит больше рабочего времени не у астрономического оборудования, а за монитором компьютера. Именно астрономические объекты и явления в большей степени, чем стандартные физические, можно моделировать и визуализировать лишь в виртуальном эксперименте. Существует весьма объемный список методической литературы по астрономии, к сожалению устаревшей и не адаптированной к новым тенденциям в образовании с применением ИКТ. Широкий выбор интернет-ресурсов дает отличную возможность современной интерпретации астрономических знаний с использованием ИКТ⁶.

Как уже отмечалось, в условиях, когда астрономическая подготовка учащихся потеряла свои позиции в естественно-научном цикле дисциплин, следует искать альтернативные формы предоставления материала. Это должно выглядеть не только как освещение некоторых принципиальных вопросов в рамках физики или других учебных предметов, но и в создании более обобщенных и фундаментальных знаний о физике космоса в виде интегрированного элективного курса. Актуальность создания междисциплинарного элективного курса по солнечно-земной физике обусловлена также следующими аспектами:

³ Огурцов М.Г. Солнечная активность и гелиоклиматические факторы — долговременная эволюция и возможные сценарии будущего развития: дис. ... д-ра физ.-мат. наук. СПб., 2009. 291 с.

⁴ Krivushin A.A. Problems of solar-terrestrial physics // Школа будущего. 2015. № 2. С. 20–25.

⁵ Кривушин А.А. Изучение солнечно-земной физики как учебной дисциплины в медицинском вузе в рамках элективного курса // Материалы межрегиональной научной конференции с международным участием / Ряз. гос. мед. ун-т им. акад. И.П. Павлова; под общ. ред. В.А. Кирюшина. Рязань, 2014. С. 368–370.

⁶ Кривушин А.А. Изучение солнечно-земной физики как учебной дисциплины в школе и вузе в рамках элективного курса // Школа будущего. 2014. № 3. С. 41–50.

– современным требованием общества в овладении новыми знаниями, освещающими основные тенденции развития солнечно-земной физики и их практического применения для формирования современного научного мировоззрения;

– необходимостью формирования самостоятельных исследовательских умений у обучаемых по изучению влияния солнечной активности на различные составляющие (климат, сейсмология, электрооборудование и биосфера);

– возможностью создания современного методического материала по солнечно-земной физике для преподавания в школе и вузе;

– востребованностью универсального, интегрированного курса, который будет отражать явления и процессы, представляющие интерес с точки зрения физики, астрономии, метеорологии, геологии, биологии и медицины для различных направлений подготовки обучающихся;

– популяризацией астрономических знаний и повышением интереса к самостоятельному изучению астрономических знаний.

В качестве объекта исследования был определен процесс обучения физике и астрономии в школе и вузе с использованием современных ИКТ, а предметом исследования был выбран элективный курс по солнечно-земной физике в рамках преподавания физики и астрономии в школе и вузе.

Целью исследования стала разработка в рамках преподавания физики и астрономии в школе и вузе интегрированного элективного курса, нацеленного на рассмотрение ряда важных вопросов солнечно-земной физики, а именно влияния солнечной активности на атмосферу и биосферу Земли в свете полученных в последнее время наблюдательных и статистических данных. Мы предположили, что если разработать междисциплинарный элективный курс, который будет учитывать последние достижения в области солнечно-земной физики и гармонично сочетать сведения, представляющие интерес при изучении физики, астрономии, метеорологии, биологии, геологии и медицины, то такая интеграция наук будет способствовать формированию современного научного мировоззрения, а также позволит развивать самостоятельные исследовательские умения у обучаемых ⁷.

В соответствии с целью и гипотезой были поставлены и реализованы следующие задачи:

1. Проанализирован текст Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации», изучены нормативные документы по ФГОС ВПО и ФГОС ОПОО нового поколения, для того чтобы созданный элективный курс вписывался в рамки предлагаемых учебных программ.

2. Проведен анализ литературы и интернет-ресурсов по теме исследования, связанной с солнечно-земной физикой.

3. Исследованы и осуществлены возможности использования ИКТ в преподавании солнечно-земной физики.

4. Разработанный междисциплинарный элективный курс по теме исследования содержит теоретический материал (медиафайлы, графики, рисунки, чертежи, данные архивов и др.), освещающий большинство направлений изучения солнечно-земной физики и цикл лабораторных работ по изучению солнечной активности и ее влияния на различные процессы и объекты на Земле и околоземном пространстве.

5. Разработаны аппаратные и программные средства для проведения лабораторных работ с применением современных компьютерных технологий.

6. Экспериментально осуществлена проверка эффективности обучения школьников и студентов по разработанному элективному курсу.

В ходе работы над созданием интегрированного элективного курса по солнечно-земной физике были определены цели освоения дисциплины, направленные на

⁷ Кривушин А.А. Возможности виртуального физического эксперимента на занятиях по астрономии и физике // Учебная физика. 2015. № 5. С. 57–61.

знакомство студентов и школьников с физическими процессами в недрах Солнца и в его атмосфере; физическими параметрами и характеристиками гелиосферы; физикой магнитосферы, атмосферы и ионосферы Земли, понятиями и физическими основами солнечной и геомагнитной активности, физическими механизмами воздействия солнечных факторов на околоземное космическое пространство, атмосферу и биосферу Земли; формирование у обучаемых общего представления и научного мировоззрения о солнечно-земных и причинно-следственных связях.

Элективный курс предполагает содержательный компонент из 6 лекционных занятий, которые могут варьироваться в зависимости от уровня подготовки обучаемых. Наиболее общий список рассматриваемых вопросов имеет следующую тематику:

1. Проблема солнечно-земных связей. Предмет солнечно-земной физики. Причинно-следственные связи. История становления солнечно-земной физики как науки. Жизнь под Солнцем. Источник солнечной энергии. Протон-протонный цикл. Солнечная постоянная. Расстояние до Солнца, размер и масса Солнца. Внутреннее строение Солнца. Строение солнечной атмосферы. Цвет и температура Солнца. Солнце как звезда: спектральный класс, класс светимости, положение на диаграмме Герцшпрунга – Рассела. Положение Солнца в Галактике. Возраст Солнца. Эволюция Солнца после главной последовательности.

2. Основные инструменты для исследования Солнца. Горизонтальные и ба-шенные солнечные телескопы. Внеатомные коронографы. Методы измерений магнитного поля и лучевых скоростей Солнца. Основные понятия о приемниках излучения: ПЗС-матрицы, сцинтилляционные детекторы, кристаллические детекторы, болометры. Внеатмосферные исследования Солнца. Начало космической эры, первые фотографии Солнца из космоса. Космические обсерватории НАСА «OSO». Космическая станция Skylab. Солнечные обсерватории SMM и Hinotori. Обсерватория Yohkoh. Действующие солнечные обсерватории: SOHO, STEREO, Hinode, SDO. Программа КОРОНАС. Перспективные космические солнечные обсерватории.

3. Солнечная активность и ее основные проявления: солнечные пятна, история наблюдений солнечных пятен. Число Вольфа. Цикл солнечной активности. Распределение солнечных пятен по широте. Диаграмма «бабочка» Маундера. Период вращения Солнца. Дифференциальное вращение Солнца. Солнечные вспышки, выбросы вещества, ускорение частиц. Активные области в атмосфере Солнца. Проявления вспышек в оптическом, ультрафиолетовом и рентгеновском диапазонах. Рентгеновская шкала солнечных вспышек. Белые вспышки. Крупнейшие вспышки в истории наблюдений.

4. Основные понятия о солнечном ветре. Состав солнечного ветра. Ускорение солнечного ветра. Спокойный и быстрый солнечный ветер. Ударные волны в солнечном ветре. Корональные дыры и их связь с солнечным ветром. Давление солнечного ветра и излучения Солнца. Солнечный парус. Структура межпланетного магнитного поля. Спираль Паркера. Гелиосфера. Исследование гелиосферы аппаратами «Вояджер». Основные понятия о распространении корональных выбросов массы и заряженных частиц в межпланетной среде. Солнечные и галактические космические лучи. Форбуш-эффект.

5. Воздействие солнечной активности на магнитосферы планет. Основные понятия о магнитном поле Земли. Строение земной магнитосферы. Радиационные пояса. Магнитные бури. Полярные сияния. Основные индексы геомагнитной активности. Шкала магнитных бурь. Воздействие солнечных вспышек на атмосферу и ионосферу Земли.

6. Влияние солнечной активности на физическое состояние атмосферы Земли. Основные виды солнечной энергии, приходящей на Землю, и их временные вариации. Проявление солнечной переменности в геофизических параметрах. Влияние Солнца на атмосферу и литосферу. Маундеровский минимум. Гелиобиология и медицина.

Помимо лекционных занятий, проводятся 6 лабораторных работ по следующей тематике:

1. Определение чисел Вольфа по снимкам Солнца в периоды максимума и минимума цикла солнечной активности.
2. Определение скорости вращения Солнца, координат вспышек и их связи с солнечными пятнами.
3. Определение кратковременной динамики солнечной активности по скорости солнечного ветра, числам Вольфа, TSI, потока радиоизлучения.
4. Определение линейных размеров Солнца, протуберанцев, пятен, корональных дыр, флоккул.
5. Изучение влияния солнечной активности на сердечно-сосудистую систему через анализ магнитных бурь.
6. Определение циклов солнечной активности по спилам деревьев.

Некоторые лабораторные работы выполняются в форме виртуального физического эксперимента, другие — в виде самостоятельной исследовательской деятельности учащегося.

Предлагаемый нами элективный курс в связи с потребностями современного общества в овладении новыми знаниями, формирующими научное мировоззрение и понимание причинно-следственных связей, а также в связи с отсутствием дисциплины «Астрономия» в перечне базовых дисциплин обеспечит учащимся реализацию их когнитивных интересов через данную предметную область.

Нельзя не отметить, что предлагаемый элективный курс имеет богатый дидактический материал, который включает многочисленные специализированные сайты⁸, фото- и видеоматериалы, красочные графики и схемы, охватывающие довольно широкий круг вопросов астрономической тематики.

Солнечно-земная физика значительно расширяет кругозор обучаемых. Студенты физико-математических факультетов вуза и учащиеся профильных классов школы смогут как более детально вникать в физические процессы, затрагиваемые курсом, что позволит им совершенствовать свои более развитые математические способности, так и охватывать гуманитарную составляющую, которая выгодно обогатит их общекультурными компетенциями.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ельцов, А.В. Использование ресурсов сети интернет в преподавании астрономии, физики, а также исследовательской деятельности [Текст] / А.В. Ельцов, А.А. Кривушин // Школа будущего. — 2014. — № 2. — С. 115–119.
2. Кривушин, А.А. Изучение солнечно-земной физики как учебной дисциплины в школе и вузе в рамках элективного курса [Текст] // Школа будущего. — 2014. — № 3. — С. 41–50.
3. Кривушин, А.А. Возможности виртуального физического эксперимента на занятиях по астрономии и физике [Текст] // Учебная физика. — 2015. — № 5. — С. 57–61.
4. Кривушин, А.А. Изучение солнечно-земной физики как учебной дисциплины в медицинском вузе в рамках элективного курса [Текст] // Материалы межрегиональной научной конференции с международным участием / Ряз. гос. мед. ун-т им. акад. И.П. Павлова ; под общ. ред. В.А. Кирюшина. — Рязань, 2014. — С. 368–370.
5. Кривушин, А.А. История развития представлений о солнечно-земной физике [Текст] / А.А. Кривушин, А.В. Ельцов // Психолого-педагогический поиск. — 2014. — № 2/30. — С. 197–205.

⁸ Ельцов А.В., Кривушин А.А. Использование ресурсов сети интернет в преподавании астрономии, физики, а также исследовательской деятельности // Школа будущего. 2014. № 2. С. 115–119.

6. Огурцов, М.Г. Солнечная активность и гелиоклиматические факторы — долговременная эволюция и возможные сценарии будущего развития [Текст] : дис. ... д-ра физ.-мат. наук. — СПб., 2009. — 291 с.
7. Сиванова, О.В. Интеграция и дифференциация естественно-научных знаний в условиях модернизации общего образования [Текст] / О.В. Сиванова, С.С. Хмелёв, Е.В. Губанова, С.Б. Орлов // Успехи современного естествознания. — 2002. — № 5. — С. 88–91.
8. Krivushin, A.A. Problems of solar-terrestrial physics [Текст] // Школа будущего. — 2015. — № 2. — С. 20–25.

THE LIST OF REFERENCES

1. El'tsov, A.V. Ispol'zovanie resursov seti internet v prepodavanii astronomii, fiziki, a tak zhe issledovatel'skoy deyatelnosti [Using of Internet resources in the teaching of astronomy, physics, as well as research activity] [Text] / A.V. El'tsov, A.A. Krivushin // School of the future. — 2014. — N 2. — P. 115–119.
2. Krivushin, A.A. Izuchenie solnechno-zemnoy fiziki kak uchebnoy distsipliny v shkole i vuze v ramkakh ehlektivnogo kursa [The study of solar-terrestrial physics as a discipline in schools and universities as part of an elective course] [Text] // School of the future. — 2014. — N 3. — P. 41–50.
3. Krivushin, A.A. Vozmozhnosti virtual'nogo fizicheskogo ehksperimenta na zanyatiyakh po astronomii i fizike [Possibilities of virtual physics experiment in astronomy and physics classes] [Text] // Learning Physics. — 2015. — N 5. — P. 57–61.
4. Krivushin, A.A. Izuchenie solnechno-zemnoy fiziki kak uchebnoy distsipliny v meditsinskom vuze v ramkakh ehlektivnogo kursa [The study of solar-terrestrial physics as a discipline in the medical university within the elective course] [Text] // Proceedings of the interregional scientific conference with international participation / Ryazan State Medical University named after I.P. Pavlova ; ed. by V.A. Kiryushin. — Ryazan, 2014. — P. 368–370.
5. Krivushin, A.A. Istoriya razvitiya predstavleniy o solnechno-zemnoy fizike [The history of the development of ideas about the solar-terrestrial physics] [Text] / A.A. Krivushin, A.V. El'tsov // Psychological-pedagogical search. — 2014. — N 2/30. — P. 197–205.
6. Ogurtsov, M.G. Solnechnaya aktivnost' i gelioklimaticheskie faktory — dolgovremennaya ehvolyutsiya i vozmozhnye stsenarii buduschego razvitiya [Solar activity and helioclimate factors — long-term evolution and possible scenarios for the future development] [Text] : Dissertation for degree of Doctor of physical and mathematical sciences. — St. Petersburg, 2009. — 291 p.
7. Sivanova, O.V. Integratsiya i differentsiatsiya estestvenno-nauchnykh znaniy v usloviyakh modernizatsii obschego obrazovaniya [Integration and differentiation of natural scientific knowledge in the conditions of modernization of general education] [Text] / O.V. Sivanova, S.S. Khmelyov, E.V. Gubanova, S.B. Orlov // Successes of modern natural science. — 2002. — N 5. — P. 88–91.
8. Krivushin, A.A. Problems of solar-terrestrial physics [Problems of solar-terrestrial physics] [Text] // School of the Future. — 2015. — N 2. — P. 20–25.

A.A. Krivushin

THE ELECTIVE COURSE ON SOLAR-TERRESTRIAL PHYSICS FOR PHYSICAL AND MATHEMATICAL SCHOOLS

The paper centers on the embedding of the elective course of solar-terrestrial physics in the curricula of specialized physical and mathematical schools. The course reflects the contemporary ideas on the solar-terrestrial system and is required by the new education standard. The paper describes the content of the course and the forms in which it can be used in institutions of higher education. It analyzes the interdisciplinary relations between the course solar-terrestrial physics and biology, medicine, meteorology, physics, and astronomy, which promote learners' academic development. The paper also focuses on the application of modern computer technologies in the academic process. It analyzes specialized sites that focus on continuous monitoring of the solar-terrestrial system. The article focuses on the solar activity and its impact on the planet Earth. The paper formulates a number of problems that

prevent schoolchildren from mastering astronomy, which is a very topical school subject in the modern world.

Solar-terrestrial physics, solar activity, integration, elective course, information and communication technologies.