

Зависимости $\frac{1}{u} = f\left(T^{\frac{5}{2}}\right)$ в широком интер-

вале температур близки к линейным, что характерно для рассеяния носителей заряда на фононах [1].

Полученные результаты свидетельствуют о вкладе в ограничение подвижности носителей заряда в пленках дополнительного механизма рассеяния, который слабо зависит от температуры, но существенно зависит от толщины пленки. Вклад дополнительного механизма рассеяния в ограничение подвижности электронов и дырок хорошо описывается правилом Маттисена $\frac{1}{u} = \frac{1}{u(T)} + \frac{1}{u(d)}$.

Величина $\frac{1}{u(d)}$ для электронов существенно больше, чем для дырок, что заметно изменяет соотношение подвижностей $\left(\frac{u_n^-}{u_p^+}\right)$ в зависимо-

сти от толщины, в то время как для напыленных пленок висмута это соотношение от толщины зависит значительно слабее. Отсюда можно сделать вывод, что дополнительное рассеяние носителей заряда в монокристаллических пленках висмута обусловлено, в основном, не дефектами кристаллической структуры, а поверхностью пленки.

В монокристаллических пленках висмута существенно уменьшается количество дефектов по сравнению с напыленными текстурированными пленками, поэтому дополнительным механизмом рассеяния носителей заряда является рассеяние на поверхности пленки, обусловленное малой толщиной пленки.

В результате рассеяния на поверхности пленок подвижности электронов ограничиваются более существенно по сравнению с подвижностями дырок, что указывает на некоторое различие взаимодействия электронов и дырок с поверхностью пленки.

Результаты, полученные для подвижностей носителей заряда в монокристаллических пленках, обеспечивают возможность разделения вкладов поверхности и дефектов структуры в ограничение подвижностей носителей заряда в текстурированных и поликристаллических, не подвергнутых зонной перекристаллизации, пленках висмута.

Развитый подход к исследованию явлений переноса в монокристаллических и текстурированных пленках висмута может быть применен и для пленок на основе других металлов и полупроводников.

Список литературы

1. Грабов В. М., Иванов Г. А., Комаров В. А. Термоэлектрические свойства монокристаллических пленок висмута // Материалы для термоэлектрических преобразователей: тезисы докладов IV межгосударственного семинара. СПб.: ФТИ им. А. Ф. Иоффе РАН, 1995. С. 63–65.
2. Иванов Г. А., Грабов В. М. Физические свойства кристаллов типа висмута. // ФТП, Т. 29, – С. 1040-1050. (1995).
3. Иванов Г. А., Грабов В. М., Михайличенко Т. В. Влияние дефектов на гальваномагнитные явления в пленках висмута // ФТТ. Т. 15. С. 573 (1973).
4. Комаров В. А. Механизмы рассеяния носителей заряда в пленках висмута: доклады VIII межгосударственного семинара. СПб.: ФТИ им. А. Ф. Иоффе РАН, 2002. С. 237–242.
5. Комаров В. А., Климантов М. М., Логунцова М. М. и [др.]. Кинетические явления и структура пленок висмута // Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена №6(15): Физика: Научный журнал. СПб., 2006. С. 131–143.

УДК 52
ББК В 6

Р.В. Гурина

Воспитательные возможности астрономии

В статье рассматривается вопрос влияния изучения астрономии и космологии на формирование личностных качеств школьников и

студентов. У школьников и студентов, изучающих курс астрономии и космологии, формируется глобальное («космическое») мышление и мотивационно-ценностное отношение к Миру. Мышление и отношение к Миру школьников и студентов, не изучающих курс астрономии, соответствуют бытовому, низкому уровню. Это подтверждается экспериментальными исследованиями, которые проводились методом анкетирования.

Ключевые слова: астрономия, «космическое» мышление, Мир.

R. V. Gurina

Educational Possibilities of Astronomy

The article views the question of Astronomy and Cosmology learning influence on the formation of personality qualities of pupils and students. Pupils and students who study Astronomy and Cosmology get global («cosmic») thinking and conscientious attitude to the World. Pupils and students who have not got classes on Astronomy are considered to be narrow-minded. This idea was proved experimentally by means of questionnaire survey.

Key words: astronomy, «cosmic» thinking, the World.

С разрушением устоев советского общества в России исчезли старые идеалы, соответствующие моральному кодексу строителя коммунизма, возник кризис в сфере воспитания, выход из которого необходимо искать. Один из них – изучение астрономии и космологии и проведение через обучение этих дисциплин стратегии формирования общечеловеческих ценностей. Изучение астрономии играет огромную роль в формировании научного мировоззрения и целостной научной картины мира у учащихся. Однако роль астрономии сводится не только к этому. Наши исследования показали: изучение астрономии и спецкурса по космологии способствует развитию у учащихся космического (вселенского, планетарного) сознания и мышления и мотивационно-ценностного отношения к Миру (МЦОМ), для которых характерны действия, направленные на благо человечества [1, 2].

«Космическое» сознание и «космическое» мышление

Большая часть человечества обладает так называемым *обыденным* сознанием. Мир такого человека ограничен – это мир близких ему людей и его личных интересов. Мотивационно-ценностное отношение к Миру, интерес к глобальным проблемам человечества отсутствуют. Обыденное (будничное) сознание соответствует *бытовому*, низкому уровню сознания. По определению «обыденное сознание совпадает со спонтанными, непрофессиональными, базирующимися исключительно на непосредственном опыте практической деятельности людей способами освоения мира» [3, с. 317].

По отношению к сознанию мышление рассматривается как «сложнейшая система пси-

хических функций, как способность выполнять сложнейшие ориентировочные действия во внутреннем, умственном плане сознания» [4, с. 317]. Поэтому каждому уровню сознания соответствует такой же уровень мышления: будничное, обыденное сознание ограничивает мыслительные функции, снижает уровень мышления.

Мышление школьников, изучавших курс астрономии и космологии, приобретает характеристики глобального, «космического» мышления по сравнению с мышлением других учащихся. Многолетние наблюдения показали, что первые отличаются от вторых наличием новых качеств ума: высоким уровнем МЦОМ. Кроме того, учащиеся начинают мыслить совершенно другими масштабами. Когда объектом изучения становится Космос, границы обыденного сознания и мышления расширяются. Для этих учащихся список известных качеств ума: *ясность, логичность, сообразительность, глубина, широта, гибкость, самостоятельность, оригинальность, критичность*, пополняется такими свойствами, как *глобальность и масштабность мышления*.

Глобальность мышления – это такое свойство ума, которое заставляет задумываться над общечеловеческими земными и вселенскими проблемами. Глобальное мышление направлено на осмысление сохранения жизни и человеческой цивилизации на нашей планете и в солнечной системе. *Масштабность мышления* – это свойство ума или способность оперировать огромными промежутками времени и пространства (миллиарды лет, миллиарды парсек), а также понятиями, отражающими глобальные космические феномены – «рождение и смерть Вселенной», «космический суп», «расширение Вселенной» и т.д. Термины «космическое», вселенское, глобальное мышления здесь употребляются как синонимы: имеются в виду гораздо более высокие уровни мышления по отношению к обыденному.

Благодаря изучению курса астрономии изменяется мышление учащихся и их отношение к Миру. Они поднимаются на более высокую ступень – на уровень «космического» мышления и МЦОМ. Этот уровень характеризуется следующими признаками:

1. Наличие астрономических и космологических знаний о развитии Вселенной в пространстве и времени (*когнитивная составляющая*).

2. Сформированная система мотивационно-ценностного отношения личности к Миру, жизни на Земле, людям, профессиональной

деятельности (*мотивационно-ценностный компонент*).

3. Сформированное научное мировоззрение и стремление его осуществления в деятельности (*мировоззренческий компонент*).

4. Приобретение новых качеств ума: глобальность и масштабность мышления.

5. Сформированность *личностных этических качеств*: гордость за достижения отечественной науки; осознание ответственности за последствия научных открытий в области естественных наук и за судьбу человечества (*нравственно-этический компонент*).

6. Высокий уровень познавательного интереса к астрономии и космологии, общечеловеческим проблемам глобального масштаба (*познавательный компонент*).

7. Развитое самосознание в русле *естественно-научного* направления *русского космизма* – комплекса идей о неразрывной связи судьбы человека с освоением космоса (К. Циолковский, В. Вернадский, А. Чижевский и др.) [6,7]. Учащийся начинает рассматривать себя как микрокосм (глубинная причастность себя как сознательного существа к космическому бытию), осознавать уникальность жизни и разума во Вселенной.

Как оценить, насколько велико влияние астрономии на формирование и выработку вышеперечисленных характеристик?

Организация эксперимента

Был проведен педагогический эксперимент в период 2001-2007 гг., включающий в себя циклы: 2001–2004 гг.; 2003–2005 гг.; 2006–2007 гг. В каждом цикле были выделены традиционные этапы исследования – констатирующий, поисковый и обучающий.

Экспериментальными площадками служили: школа №40 г. Ульяновска (ныне МОУ «Лицей физики, математики и информатики при УлГУ»); гимназия №1 г. Саратова; профессиональный лицей железнодорожного транспорта Санкт-Петербурга; курсы дополнительного образования школьников Ульяновского государственного университета (УлГУ) «Малый физтех»; экологический и экономический факультеты УлГУ.

В этих образовательных учреждениях были выделены контрольные группы учащихся, в которых не изучалась астрономия и экспериментальные группы, в которых автор статьи преподавала курс (или спецкурс) астрономии и космологии.

Респондентами **контрольных групп** являлись: учащиеся трёх 10-х физико-математических классов (ФМК) школы №40 г.

Ульяновска (106 респондентов); студенты 1 курса экономического, экологического факультетов (153 респондентов); учащиеся ФМК гимназии №1 г. Саратова (50 респондентов); учащиеся профессионального лицея железнодорожного транспорта Санкт-Петербурга (177 респондентов); учащиеся курсов дополнительного образования «Малый физтех УлГУ» (69 респондентов).

Констатирующий опрос проводился среди учащихся контрольных групп и учащихся экспериментальных групп до проведения эксперимента. Всего в констатирующем опросе участвовало 555 респондентов.

Экспериментальными группами были выбраны учащиеся 10-11-х ФМК с углубленным изучением физики школы №40 г. Ульяновска (76 респондентов), в которых изучалась астрономия (36 часов) и спецкурс по космологии (18 часов) [4]; группа студентов 1-2 курса экономического факультета УлГУ (55 респондентов), где автору была дана возможность преподавания интенсивного спецкурса астрофизики и космологии (20 часов) в рамках изучаемой дисциплины «физика»; курсы дополнительного образования школьников «Малый физтех УлГУ (69 респондентов)». Всего 200 респондентов.

Основные результаты каждого этапа всех экспериментальных циклов следующие:

1. Констатирующие этапы показывали одинаковый результат для всех контрольных и выделенных экспериментальных групп: около 30% респондентских ответов соответствовало уровню «космического» мышления и сформированного МЦОМ.

2. Поисковые этапы позволили выяснить: большинство респондентов контрольных групп показали прежний результат. Для экспериментальных групп наблюдалось увеличение числа респондентов с «космическим» мышлением и МЦОМ.

3. Обучающие этапы показали: для контрольных групп результат прежний; но для большинства респондентов экспериментальных групп – около 70% – обнаруживается наличие «космического» мышления и МЦОМ.

С 1993 г. астрономия как самостоятельная дисциплина была исключена из программ, и некоторые ФМК отказались от этого предмета, в том числе и в школе №40 г. Ульяновска, где автор статьи преподавала физику. В ФМК с углубленным изучением физики эта дисциплина не была исключена. Кроме того, в них преподавался спецкурс по космологии (18 ча-

сов) по специально написанному методическому пособию [4]. В связи с этим автору была дана уникальная возможность проследить, какое влияние оказывает изучение астрономии на сознание и мышление учащихся этих классов, проведя сравнение их с учащимися ФМК, не изучающих астрономию.

Методика оценки влияния изучения астрономии на формирование МЦОМ и «космического» мышления

В соответствии с вышеперечисленными признаками космического сознания были разработаны 3 опросника, содержащих 17 вопросов, к которым предлагалось по 5-6 ответов, позволяющие определить у учащихся уровень познавательного интереса к астрономии (опросник №1); уровень сформированности убеждений и самосознания в русле русского космизма МЦОМ (опросник №2); масштабы мышления (опросник №3).

Ниже приведены примеры вопросов из анкет №1 и №2:

- Смотришь ли ты на звездное небо и с какой целью?
- Интересно ли тебе знать, какие из звезд ближе к Земле, какие дальше? Какие из них молодые, какие старые? Есть ли у них планетные системы, а на планетах жизнь?
- Смотришь ли ты познавательные программы, например «Hi Tech»?
- Интересны ли тебе вопросы мироздания, происхождения Вселенной, жизни во Вселенной? Задумываешься ли ты, откуда всё взялось и когда?
- Осознаешь, ощущаешь ли ты себя частичкой Великого Космоса (гражданином Вселенной)?
- Осознаешь ли ты ответственность за судьбу нашей планеты и человечества?

– Веришь ли ты, что освоение космоса имеет не только научный интерес, но и практическую значимость для человечества? и другие.

Предлагались ответы, позволяющие выделить три уровня мышления:

- 1) «нет»; «не знаю, что ответить» или «я не думаю об этом: у меня есть более важные дела» – низкий уровень;
- 2) «более, или менее (иногда, эпизодически)» – средний;
- 3) «да, безусловно» – высокий уровень.

Анкета №3 содержала следующие вопросы и ответы трех уровней:

– Что есть для тебя твой Мир?

Ответы: 1) «Я не думаю об этом» или «не знаю, что сказать». 2) «Мой Мир – это я сам и

мои близкие, друзья, школа, родители, мой дом, моя страна», «Мой Мир – это наша Земля». 3) «Мой Мир – это вся наша Вселенная».

– Какими промежутками времени ты оперируешь и мыслишь?

Ответы: 1) «Я не думаю об этом» или «не знаю, что сказать». 2) «В пределах человеческой жизни, нескольких поколений», «В пределах, очерченных историей нашего человечества». 3) В пределах времени существования всего мироздания – нашей Вселенной.

– Какими пространственными масштабами ты оперируешь и мыслишь?

Ответы: 1). «Я не думаю об этом» или «не знаю, что сказать». 2) Моё пространство – мой дом, мой двор, моя школа, моя страна», «Мое пространство – это наша планета Земля». 3) «Моё пространство – это вся наша Вселенная».

Ответы опросника соответствовали трём уровням мышления, соответственно:

- 1 – низкий (бытовой уровень, обыденное сознание и мышление);
- 2 – средний уровень;
- 3 – высокий («космическое», глобальное мышление).

Подсчитывалось накопленное число ответов всех респондентов на каждом уровне ответов и высчитывалось их процентное содержание по отношению к их максимальному числу.

Примеры типичного изменения распределения ответов респондентов по уровням приведены на рис. 1 и рис. 2. (на рис. 1 – результаты опроса респондентов, не изучавших астрономию; на рис. 2 – респондентов, изучивших курс астрономии и космологии).

Количество ответов, соответствующих уровням, %

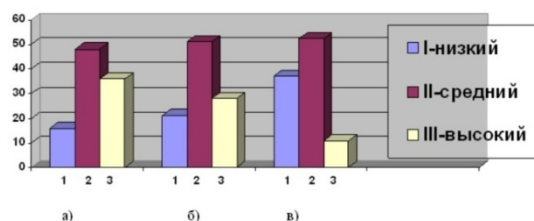


Рис. 1. Примеры гистограмм распределения ответов анкеты по уровням учащихся и студентов контрольных групп, не изучавших в школе астрономию как отдельную дисциплину: а) учащихся 10 «В» ФМК, 24 респ., 2003 г.; б) студентов 1-го курса экономического факультета, 55 респ., 2005 г.; в) учащихся 1 и 2-го курсов профессионального лицея железнодорожного транспорта Санкт-Петербурга (177 респондентов, 2005 г.).

Уровни мышления: 1 – низкий (бытовой);
2 – средний уровень;
3 – высокий уровень (космическое мышление, МЦОМ)

Количество ответов, соответствующих уровням, %

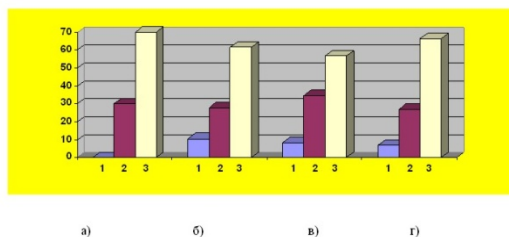


Рис. 2. Примеры распределения ответов по уровням учащихся экспериментальных групп, изучивших астрономию и космологию:

а), б), в) выпускников 11 «В» ФМК школы №40 г. Ульяновска, изучавших 2-летний курс астрономии и космологии: а) – выпуск 2001 г., б) – выпуск 2003 г. – 24 респондента, в) – выпуск 2005 г. – 28 респондента; г) студентов 2-го курса экономического факультета после прохождения 20 часов спецкурса по астрофизике и космологии (55 респондента, 2007 г.).

Уровни мышления: 1 – низкий (бытовой) уровень; 2 – средний уровень;

3 – высокий уровень («космическое» мышление, МЦОМ)

Из рис. 1 видно: большинство учащихся – 65–90%, не изучавших астрономию, имеют I-й бытовой (обыденный) и II-й (средний) уровни мышления и меньшинство – 10–30% – III-й уровень. Анкеты показали, что «космическим» мышлением и МЦОМ обладают уже от 20 до 30% «продвинутых» учащихся. Максимум ответов среднего (а не низкого) уровня объясняется тем, что анкетировались учащиеся, относящиеся к прослойке молодёжи, получающей естественно-научные знания в учебных учреждениях, через интернет, телевидение, журналы и т.д.

После изучения астрономии в экспериментальных группах респонденты опрашивались по этой же анкете (контролирующий опрос). Обработка анкет показала: после изучения курса астрономии и спецкурса космологии мышление большинства учащихся (около 60%) соответствует высокому – 3-му уровню (рис 2). Дополнительные исследования с помощью кластерного анализа позволили показать, что такое смещение мышления и сознания учащихся в сторону Вселенского не является результатом изучения курса физики и других естественно-научных дисциплин.

Итоговые данные всех респондентов, участвовавших в эксперименте, представлены усреднёнными гистограммами на рис. 3.

Таким образом, в процессе изучения астрономии и космологии формируется МЦОМ и «космическое» мышление: высокий уровень представлен 68% респондентских ответов против 24,4% констатирующего эксперимента (отмечен рост в 2,8 раза) (рис. 3). При этом показателями МЦОМ и «космического» мышления является процентное отношение высокого уровня ответов учащихся к общему числу ответов на вопрос.

Количество ответов, соответствующих уровням, %

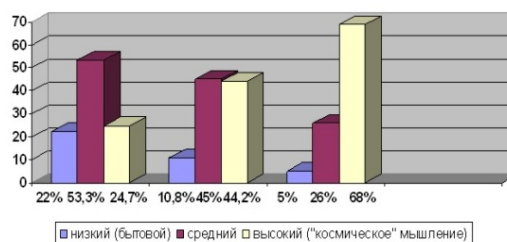


Рис. 3. Усреднённые гистограммы результатов констатирующего (а), формирующего (б), обучающего (в) экспериментов 2001–2007 гг. по формированию «космического» мышления и мотивационно-ценностного отношения к Миру посредством изучения астрономии и спецкурса по космологии в экспериментальных группах. Общее число участников эксперимента – 200 чел.

Полученные результаты позволяют сделать выводы:

– Астрономия является дисциплиной, формирующей не только научное мировоззрение, но и идеологию молодого поколения. Изучение астрономии способствует развитию у учащихся «космического» мышления и мотивационно-ценностного отношения к Миру. Воспитательные возможности астрономии необходимо использовать в педагогической практике.

– Необходимо вернуть астрономии статус самостоятельной дисциплины в средней школе. По крайней мере, её изучение необходимо в рамках физико-математического профиля.

– Необходимо изучать астрономию как спецкурс также на уровнях высшего и среднего специального образования.

Список литературы

1. Гурина Р.В. Влияние изучения астрономии на формирование мотивационно-ценностного отношения к миру // Школьные технологии. – 2004. – №3. – С. 140–144.
2. Гурина Р.В. Концепция подготовки учащихся профильных физико-математических классов к профессиональной деятельности в области физики: монография. – М.: Дополнительное образование и воспитание: Витязь-М, 2006. – 208 с.
3. Краткий словарь по социологии / под общ. ред. Д.М. Гришиани, Н.И. Лапина; сост. Э.М. Коржева, Н.Ф. Наумова. – М.: Политиздат, 1989. – 479 с.

4. Маланов С.В. Психологические механизмы мышления человека: мышление в науке и учебной деятельности : учеб. пособие. Воронеж : изд-во НПО «МОДЭК». – 2004. – 480 с.
5. Гурина Р.В., Червон С.В. Введение в теорию гравитации и космологию: учебное пособие по астрономии и космологии. – Ульяновск.: УлГУ, 1998. – 94 с.
6. Русский космизм. Антология философской мысли. – М.: Педагогика-Пресс, 1993. – 368 с.
7. Вернадский В.И. Научная мысль как планетарное явление. – М.: Наука, 1991. – 55 с.

УДК 53
ББК В 3

*С.Ф. Забелин, А.А. Васильев,
К.С. Забелин*

Системно-технологический анализ процессов и факторов, определяющих формирование свойств наноструктурированных материалов

Предложен новый подход к анализу нанотехнологий (НТ) и наноструктурированных материалов (НСМ). Разработана методика системно-технологического анализа процессов синтеза НСМ и факторов, определяющих формирование их свойств. Установлены критерии классификации НТ и НСМ. Морфологическое описание структурного строения НСМ позволило выявить основные критерии: химический состав, форма и размер кристаллитов, границы разделов, дефекты кристаллической решетки, а также учет методов их получения.

Ключевые слова: нанотехнологии, наноструктурированные материалы, системный анализ.

S.F. Zabelin, A.A. Vassiljev, K.S. Zabelin

System and Technologic Analysis of Processes and Factors Determining Nanopatterned Materials Properties

A new approach to the analysis of nanotechnologies and nanopatterned materials is presented in the article. The authors worked out the methodology of system and technologic analysis of the nanopatterned materials synthesis and the factors determining their properties.

The classification criteria of nanotechnologies and nanopatterned materials are stated in the article. The major criteria are chemical composition, habit and size of crystallites, boundary line, crystal-lattice defect.

Key words: nanotechnologies, nanopatterned materials, system analysis.

Разрозненность междисциплинарных знаний и результатов разработок по нанотехнологиям [9; 10] существенно затрудняет внедрение новейших достижений в производство, дальнейшее совершенствование нанотехнологий и синтез более эффективных наноматериалов. Назрела проблема создания отдельных специализированных производств или даже отрасли промышленного производства в машиностроении, готовых к осуществлению технологических процессов и методов научных разработок по нанонауке с использованием наноструктурированных материалов (НСМ). Однако для этого необходимо рассмотреть и решить два основных аспекта проблемы:

– проведение технического перевооружения технологической базы машиностроительного производства (оборудование, оснастка, инструмент, рекомендации, методики, технологические операционные карты, сертификаты и другие документы);

– организацию подготовки квалифицированных специалистов, владеющих достаточными знаниями и имеющими опыт и навыки работы на прецизионном оборудовании (зондовая сканирующая и электронная микроскопия, микроконтактные методы неразрушающего контроля и управления процессами).

С другой стороны, решение проблемы создания нового класса материалов и наноструктурных технологий (НСТ) требует организации нового научно-технологического направления в нанонауке – материаловедения и технологии НСМ [3]. Создание нового направления и специализированной отрасли промышленности НСМ и НСТ ставит задачу разработки систем стандартизации и сертификации в этой области, которую нельзя решить без базовых определений, систематизации и классификации НСМ. Поэтому необходимо сформировать методологические подходы к решению основных задач данного направления и сформулировать основные его положения: предмет и объекты изучения и разработок, цель и задачи научного направления и технологии.