

These considerations can be shown in the following diagram. Let the original tensor, after reduction to the main axes, be transformed to the form (21)

$$\hat{\varepsilon} = \begin{pmatrix} 4 & 2 & 0 \\ 2 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & \varepsilon_{zz} \end{pmatrix} \quad \text{to} \quad \hat{\varepsilon} = \begin{pmatrix} 6 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & \varepsilon_{zz} \end{pmatrix} \quad (21)$$

In this case, the direction cosine between the z and z' axes is equal to one. It is essential that following expression (20) the effective dielectric constant value changes from 2 to 6 as the angle of refraction ψ changes (μ_{zz} is accepted as unit) (Fig. 2).

In conclusion, we display the law of refraction of a wave linearly polarized with electric induction vector in the plane of incidence based on expression (15) for some types of anisotropy (Fig. 3).

The indicated directions of the wave vector of the refracted wave being linearly polarized along the electric induction vector correspond to the direction of phase propagation. Accordingly, the direction of propagation of light energy corresponds to the normal to this section at each point. It can be seen that at normal incidence of light on the surface, the wave with oscillations of the electric induction vector in the xy plane will deflect to the left. In conclusion note that Figure 3 presents the Snell relation for the angles of incidence and refraction for the particular case of the dispersion law based on (13), (14) in accordance with geometry of simplified refraction when the plane of incidence of the wave coincides with the plane of the coordinate system of the dielectric and magnetic permeability tensors.

REFERENCES

1. Spontaneous non-reciprocal reflection of light from antiferromagnetic Cr_2O_3 / B.B. Krichevtsov [et al.] // J. Phys.: Condens. Matter. – 1993. – № 5. – P. 8233-8244.
2. Nonlinear optical spectroscopy of magnetoelectric and piezomagnetic crystals / R.V. Pisarev [et al.] // Ferroelectrics. – 1997. – № 204. – P. 1–21.
3. Terahertz radiation by an ultrafast spontaneous polarization modulation of multiferroic BiFeO_3 thin films / N. Kida [et al.] // Phys. Rev. Lett. – 2006. – № 96. – P. 167–172.
4. Portugal, D. I. Intrinsic magneto-optical effects in magnetic crystals / D. I. Portugal // Phys. Rev. B. – 1978. – № 18. – P 3637–3644.
5. Chandrasekhar, P. On optical properties of crystals / P. Chandrasekhar and T.P. Srinivasan // J. Phys. C. – 1973. – № 6. – P 1085–1090.

ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ НА ФИЗИЧЕСКОМ ФАКУЛЬТЕТЕ БГУ ПО ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ СТАНДАРТАМ ПОКОЛЕНИЯ 3+

Н. И. Горбачук, М. С. Тиванов, С. А. Бересневич

*Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030 Минск, Беларусь,
e-mail: gorbachuk@bsu.by*

Изложены основные подходы к разработке образовательных стандартов поколения 3+ и организации образовательного процесса по специальностям ОКРБ 011-2022 с учетом введения в действие Новой редакции Кодекса Республики Беларусь об образовании. Представлены результаты анкетирования абитуриентов 2022 г., подтвер-

ждающие выбор направления развития системы подготовки специалистов на физическом факультете.

Ключевые слова: образовательный процесс; образовательные стандарты; компетентностный подход; модульный принцип.

TRAINING OF SPECIALISTS AT THE FACULTY OF PHYSICS OF BSU ON EDUCATIONAL STANDARDS OF GENERATION 3+

N. I. Gorbachuk, M. S. Tivanov, S. A. Beresnevich

Belarusian State University, Nezavisimosti Ave. 4, 220030 Minsk, Belarus

Corresponding author: N. I. Gorbachuk (gorbachuk@bsu.by)

The main approaches to the development of educational standards of generation 3+ and to the organization of the educational process in the specialties according to OKRB (General State Classifier of the Republic of Belarus) 011-2022 are outlined with regard to the implementation of the New revised version of the Education Code of the Republic of Belarus. The results of the questionnaire survey of applicants in 2022, confirming the choice of the development direction of the professional education system at the Physics Faculty are presented.

Key words: educational process; educational standards; competency-based approach; modular concept.

ВВЕДЕНИЕ

Постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 24.03.2022 утверждены Общегосударственный классификатор Республики Беларусь ОКРБ 011-2022 «Специальности и квалификации» (далее – ОКСК) [1] и перекодировочные таблицы, обеспечивающие преемственность с ОКРБ 011-2009. В действие ОКСК вводится с 01.09.2022.

ИСХОДНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ

Для студентов первого курса образовательный процесс в БГУ с 1 сентября 2023 г. должен осуществляться в соответствии с образовательными стандартами высшего образования, разработанными на основе новой редакции Кодекса Республики Беларусь об образовании [2], ОКСК и новой учебно-программной документации образовательных программ высшего образования. В новой редакции Кодекса определено три вида высшего образования [2]:

- общее высшее образование (присваивается квалификации и степень “Бакалавр”) со сроком получения образования 4–4,5 года;
- углубленное высшее образование (присваивается степень “Магистр”), срок получения составляет 1–2 года;
- специальное высшее образование, которое предусматривает реализацию непрерывной образовательной программы: от момента зачисления абитуриента, имеющего среднее образование, до его завершения с присвоением квалификации и степени «Магистр», срок получения специального высшего образования — 5–6 лет.

Согласно ОКСК предусмотрена следующая система кодирования:

{код уровня образования}- {код образовательной программы}- {код специальности}

По классификации ОКСК уровни высшего образования имеют следующие коды:

6 — бакалавриат или его эквивалент;

7 — магистратура или ее эквивалент.

Коды образовательных программы высшего образования:

05 — образовательная программа бакалавриата;

06 — образовательная программа магистратуры;

07 — непрерывная образовательная программа высшего образования.

Код специальности определяется структурой системы специальностей: профиль образования → направление образования → группа специальностей → специальность (при кодировании номер, который присвоен специальности в пределах группы, отделяется дефисом от остальных цифр).

Применительно к специальностям физического факультета структура системы специальностей выглядит следующим образом: 05 Естественные науки, математика и статистика (это профиль образования) → 053 Физические, математические и химические науки, науки о Земле (это направление образования) → 0533 Физика и математика (это группа специальностей). Внутри данной группы, определены, например, специальности бакалавриата: 01 Физика; 02 Прикладная физика; 03 Медицинская физика; 04 Компьютерная физика; 06 Радиофизика и информационные технологии.

Из группы 0533 Физика и математика на физическом факультете возможна реализация образовательных программ:

- бакалавриата:

6-05-0533-01 Физика — с присвоением квалификации «Физик. Преподаватель»;

6-05-0533-02 Прикладная физика — «Физик. Инженер»;

6-05-0533-04 Компьютерная физика — «Физик. Программист»;

- магистратуры:

7-06-0533-01 Физика;

7-06-0533-02 Прикладная физика;

- специального высшего образования:

7-07-0533-01 Фундаментальная физика — с присвоением квалификации «Физик»;

7-07-0533-02 Ядерные физика и технологии — «Физик. Инженер».

В качестве базовых принципов при разработке стандартов заявлены следующие: компетентностный подход; преемственность содержания образования на различных ступенях; модульный принцип построения учебных планов; использование системы зачетных единиц.

СТРУКТУРА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА

В связи с выше перечисленным, при разработке образовательных стандартов и примерных учебных планов необходимо в первую очередь определить для каждой специальности, с учетом особенностей ее предназначения, перечень компетенций и соответствующих им модулей, а также срок реализации образовательных программ.

С точки зрения подготовки высококвалифицированных специалистов оптимальным сроком обучения для высшего образования является пятилетний, что соответствует образовательным программам т.н. «специалитета». Однако, в силу сложившейся ситуации на рынке образовательных услуг и в связи с массовым характером высшего образования, пятилетняя подготовка на первой ступени во многих случаях оказыва-

ется не востребованной. Соответственно, «специалитет» Кодексом не предусмотрен, а максимальный срок общего высшего образования (бакалавриата) ограничен до 4,5 лет. Данный срок представляется неудобным с точки зрения организации образовательного процесса и последующего распределения выпускников. Поэтому в рамках действующего законодательства для общего высшего образования представляется оптимальным четырехлетнее обучение. В этом случае для обучения на следующем уровне (углубленное высшее образование) с целью повышения уровня выпускников и подготовки их к научной деятельности, необходимо выбрать двухлетний срок. Таким образом в качестве основной «траектории» получения высшего образования может рассматриваться четырехлетний бакалавриат с возможностью дальнейшего продолжения обучения лучших выпускников в магистратуре по двухлетней образовательной программе.

Специальное высшее образование с шестилетней непрерывной образовательной программой в существующих экономических условиях призвано, с одной стороны, удовлетворить запросы наиболее мотивированной части абитуриентов и, с другой стороны, обеспечить ведущие научно-промышленные предприятия и научно-исследовательские институты кадрами, с высоким уровнем как научной, так и практической подготовки. Фактически, специальное высшее образование стабилизирует систему подготовки «4+2», страхуя ее от рисков, связанных с неопределенностью выбора бакалаврами магистерских образовательных программ. Содержательно оно обеспечивает преемственность и непрерывность в освоении дисциплин: от фундаментальной подготовки по математике и физике (в начале обучения) — до узкоспециальных дисциплин (на завершающей стадии).

В качестве основных составляющих образования в области физики, формирующих компетенции, необходимые для научно-исследовательской, инженерно-технической и педагогической деятельности, можно выделить:

- математическую подготовку;
- подготовку по дисциплинам общей физики;
- подготовку по дисциплинам теоретической физики;
- подготовку в области информационных и компьютерных технологий;
- подготовку по специальным дисциплинам, ранее проводимой как в рамках направления специальностей (например, производственная, управленческая деятельность, и т.д.), так и в рамках специализаций (например, лазерная физика и спектроскопии, биофизика, физика полупроводников, наноэлектроника и т.д.).

Согласно ОКСК подготовка в рамках специализаций и направлений специальности исключается. Глубина и направленность обучения обеспечивается за счет вариативности учебных планов (компонент учреждений высшего образования), введения модулей и дисциплин по выбору, определяющих при необходимости профиль специальности. Для сравнения возможностей образовательных программ разного уровня в таблицах 1–3 представлена их примерная структура.

Таблица 1

**Структура образовательной программы специальности бакалавриата
«Прикладная физика»^{*)}**

Группы дисциплин (модулей)	Семестр							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Соц. Гум. Блок и иностранный язык	6	3	3		6	3		
Высшая математика и математическая физика	12	15	9					
Программирование	3	3	3	3				
Общая физика	8	9	9	8	9	4		
Теоретическая физика	–			6	6	9		
Инженерные дисциплины			6	6	3	6	6	
Дисциплины и модули по выбору				6	6	6	24	
НИР, практики, дипломная работа	1			1		2		30

* В ячейках таблиц 1–3 указаны количество зачетных единиц, отводимых для изучения дисциплин, выполнения практик и т.д.

Таблица 2

**Структура образовательной программы специальности магистратуры
«Прикладная физика»**

Группы дисциплин (модулей)	Семестр			
	1	2	3	4
Высшая математика и математическая физика	6	6		
Теоретическая физика	15	3		
Дисциплины и модули по выбору	6	15	27	
НИР, практики, магистерская диссертация	3	6	3	30

Таблица 3

**Структура непрерывной образовательной программы специальности
«Фундаментальная физика»**

Группы дисциплин (модулей)	Семестр											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Соц. Гум. Блок и иностранный язык	3	3	9	6				3				
Высшая математика и математическая физика	15	15	9	6	6	6	3	3				
Программирование	3	3	3	3								
Общая физика	8	9	9	9	9	8						
Теоретическая физика				6	9	9	9	3	9	9		
Дисциплины экспериментальной физики, биофизика, химия					6	6	18	12	3	3		
Дисциплины и модули по выбору								6	18	15	30	
НИР, практики, дипломная работа	1					1		3		3		30

ОЦЕНКА АНКЕТИРОВАНИЯ АБИТУРИЕНТОВ

Для разработки стандартов, максимально удовлетворяющих запросам со стороны молодежи, проводилось анкетирование абитуриентов, поступавших в 2022 на физический факультет. В анкетировании приняли участие более 150 абитуриентов. Результаты анкетирования представлены в таблицах 4–8.

Таблица 4

Распределение ответов на вопрос «Какой срок обучения на I ступени высшего образования (бакалавриате) с Вашей точки зрения является оптимальным?»

Ответ	Процент опрошенных, давших ответ
4 года	64
4,5 года	13
5 лет	23

Таблица 5

Распределение ответов на вопрос «Какой срок обучения на II ступени высшего образования (магистратуре) с Вашей точки зрения является оптимальным?»

Ответ	Процент опрошенных, давших ответ
1 год	21
1,5 года	38
2 года	41

Таблица 6

Распределение ответов на вопрос «В каких организациях Вы бы хотели работать после завершения обучения?»

Ответ	Процент опрошенных, давших ответ
Научно-исследовательские институты	22
Высшие учебные заведения (университеты)	6
Школы, гимназии, колледжи	2
Научно-промышленные предприятия	25
Предприятия энергетики, строительства и пр.	13
IT-компании	32

Таблица 7

Распределение ответов на вопрос «Какого рода деятельностью Вы бы хотели заниматься после завершения обучения?»

Ответ	Процент опрошенных, давших ответ
Научно-исследовательская деятельность	19
Преподавание	5
Конструирование новых приборов, устройств	13
Разработка новых технологий	19
Программирование	22
Производство устройств и материалов	6
Эксплуатация оборудования (в т.ч. АЭС)	9
Управленческая деятельность	8

Распределение ответов на вопрос «Обучение по каким направлениям (профилям) представляется для Вас наиболее интересным и перспективным?»

Ответ	Процент опрошенных, давших ответ
Компьютерное моделирование физических процессов	12
Физическая информатика	12
Теоретическая физика	11
Физика квантовых явлений	8
Ядерная физика и электроника	8
Физика ядерных реакторов	6
Физика твердого тела, Микро- и нанoeлектроника, Энергофизика, Оптика, Биофизика, Нанобиоматериалы и нанобиотехнологии	по 4 для каждого направления
Лазерная физика, Физика полупроводников, Физика наносистем	по 3 для каждого направления
Фотоника, Радиационное материаловедение, Функциональные наноматериалы, Физико-химическая инженерия и др.	2 и менее для каждого направления

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ результатов анкетирования абитуриентов: показывает необходимость реализации непрерывных образовательных программ и обоснованность выбора специальностей для них; подтверждает тенденцию на востребованность четырехлетних программ общего высшего образования; показывает нецелесообразность дробления на профили специальностей факультета во время вступительной компании.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Общегосударственный классификатор Республики Беларусь ОКРБ 011-2022 “Специальности и квалификации” Утвержден и введен в действие постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 24 марта 2022 г. № 54 – Минск: Минобразование, 2022. – 235с.
2. Кодекс Республики Беларусь об образовании: по состоянию на 1 сент. 2022 г. – Мн.: НЦПИ Республики Беларусь, 2022. –512 с.

ЭПР- СПЕКТРОМЕТРИЯ СОДЕРЖАНИЯ НИКЕЛЯ В ПРОРОСТКАХ СЕМЯН ТАБАКА

И. И. Азарко, Е. А. Храмцова, С. В. Лобач, И. А. Карпович, Ю. В. Сидоренко

*Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030 Минск, Беларусь,
e-mail: azarko@bsu.by*

Проведено исследование по возможности экспресс-анализа определения накопительной способности растениями ионов металла посредством ЭПР спектрометра. Была исследована динамика изменения параметров спектров ЭПР при накоплении никеля в сухой фитомассе и зольном остатке проростков семян табака. Установлено, что введение в питательный раствор хлорида никеля от 10^{-4} М до 10^{-3} М приводит к