

УДК 004.9

## ПЛАНИРОВАНИЕ И ОЦЕНИВАНИЕ ОЖИДАЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ ФГОС ВПО

В.Н. Васильев, Л.С. Лисицына

Предложен подход планирования и оценивания результатов освоения компетенций ФГОС ВПО в контексте развития информационно-образовательной среды вуза, основанный на структурировании содержания дисциплины под формирование результатов освоения составляющих компетенций стандарта и принципе междисциплинарного обучения. Проанализирована связь результатов освоения компетенций ФГОС ВПО с видами и формами занятий студентов, а также с видами и формами их контроля в дисциплине. Рассмотрены методики разработки оценочных средств для текущего, рубежного и промежуточного контроля ожидаемых результатов освоения компетенций ФГОС ВПО. Приведены примеры использования разработанных методик.

**Ключевые слова:** ожидаемые результаты освоения компетенций ФГОС ВПО, компетентностная модель выпускника, методика разработки фонда оценочных средств дисциплины.

### Введение

С переходом на федеральные государственные стандарты высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) вузы России приступили в 2011 г. к реализации компетентностно-ориентированных основных образовательных программ (ООП) для уровневой подготовки выпускников (бакалавр, магистр). Отличительной особенностью ФГОС ВПО является то, что в них впервые государство устанавливает квалификационные требования к выпускникам вузов в виде общекультурных и профессиональных компетенций (ОК и ПК), перечень которых в различных ФГОС ВПО составляет 30–60 формулировок. Все компетенции ФГОС ВПО являются рамочными, т.е. позволяют различным выпускающим кафедрам вузов проектировать компетентностные модели выпускников своих ООП сообразно состоянию и тенденциям развития научных школ вузов, потребностей потенциальных работодателей не только в своем регионе, но и в целом по России и в мире. Это обстоятельство открывает широкие возможности для разработчиков ООП, конкурентоспособность которых определяется спросом на рынке образовательных услуг.

Многие вузы перестраивают сейчас свои информационно-образовательные среды в соответствии с требованиями ФГОС ВПО. Анализ основных задач развития информационно-образовательной среды вуза в связи с переходом на ФГОС ВПО был дан авторами в работе [1], в которой подробно изложен сетевой подход к автоматизации планирования ожидаемых результатов освоения компетенций ФГОС ВПО и управления на их основе компетентностными моделями выпускников ООП; в соответствии с требованиями ФГОС ВПО такие модели должны ежегодно пересматриваться вузом совместно с потенциальными работодателями выпускников ООП.

Настоящая работа посвящена проблеме оценивания ожидаемых результатов освоения компетенций ФГОС ВПО. Основной акцент в работе сделан на связь конкретных результатов освоения компетенций ФГОС ВПО и оценочных средств, главное предназначение которых – контроль учебных достижений студентов, ожидаемых в дисциплине ООП.

### Компетентностная модель выпускника ООП и уровни ее представления

Компетентностная модель выпускника ООП, реализующей ФГОС ВПО, в процессе ее разработки и модернизации описывается на следующих уровнях представления [2]:

1. составные компетенции ФГОС ВПО с установленными минимальными (ожидаемыми) уровнями формирования их компонентов;
2. составляющие компетенции ФГОС ВПО в дисциплинах ООП;
3. результаты освоения (компоненты) компетенций ФГОС ВПО (конкретные знания, умения (владения), личностные качества выпускников).

### Принцип междисциплинарного обучения при разработке составляющих компетенций ФГОС ВПО в дисциплине ООП

Среди компетенций ФГОС ВПО из задания на разработку рабочей программы дисциплины ООП [3] вначале следует выделить основные, дополнительные и сопутствующие компетенции стандарта. Основные компетенции непосредственно связаны с содержанием предметной области изучения дисциплины, а дополнительные компетенции, как правило, являются компетенциями из других предметных областей обучения (из других дисциплин), но частично формируются на содержании данной дисциплины. В этом случае в дисциплине планируются междисциплинарные результаты освоения компетенций ФГОС ВПО. Это означает, что на едином содержании отдельного раздела дисциплины можно формировать ре-

зультаты освоения различных компетенций ФГОС ВПО. При этом ведущей компетенцией, как правило, выступает основная, а ведомой – дополнительная компетенция ФГОС ВПО. Результаты освоения сопутствующих компетенций ФГОС ВПО, например, навыки работы в команде, ведения дискуссий и т.п., формируются в дисциплине за счет применяемых технологий обучения и преподавания

**Пример 1. Разработка составляющих компетенций в дисциплине «Дискретная математика».** «Дискретная математика» является вариативной дисциплиной математического и естественнонаучного цикла дисциплин в составе ООП по подготовке бакалавров направления 230400 – «Информационные системы и технологии» и служит основой для формирования результатов освоения следующих компетенций ФГОС ВПО.

Индекс компетенции	Компетенция ФГОС ВПО в дисциплине	Ожидаемый уровень освоения компетенции*
ОК-6	Владение широкой общей подготовкой (базовыми знаниями) для решения практических задач в области информационных систем и технологий	32-У2-СЛ1
ПК-12	Способность разрабатывать средства реализации информационных технологий (методические, информационные, математические, алгоритмические, технические и программные)	31-У1-СЛ1

\* – установлены в соответствии с действующим в НИУ ИТМО тарификатором результатов обучения [3]

Таблица 1. Компетенции ФГОС ВПО и ожидаемые уровни их формирования в дисциплине «Дискретная математика»

В связи с этим целью дисциплины «Дискретная математика» (табл. 1) является формирование результатов освоения следующих составляющих компетенций выпускника ООП, разработанных на основе принципа междисциплинарности обучения (здесь компетенция ОК-6 является основной, а компетенция ПК-12 – дополнительной):

- способность применять теорию множеств для разработки математических и алгоритмических средств информационных технологий;
- способность применять теорию графов для разработки математических средств информационных технологий;
- способность применять методы решения оптимизационных задач на графах для разработки алгоритмических средств информационных технологий;
- способность применять теорию сетей Петри для разработки математических средств информационных технологий;
- способность применять транспортные сети для разработки математических средств информационных технологий;
- способность применять гиперграфы для разработки математических средств информационных технологий.

Формированию результатов освоения каждой составляющей компетенции будет соответствовать отдельный раздел в содержании данной дисциплины [3].

#### **Компоненты для формирования компетенций ФГОС ВПО**

Формирование компетенций осуществляется через освоение знаний, приобретение навыков и развитие личностных качеств (ответственности, дисциплинированности, организованности и т.п.) в ходе учебного процесса. Исходя из этого, любая компетенция ФГОС ВПО является результатом синтеза (соединения на практике) в процессе обучения следующих трех взаимосвязанных компонентов.

1. Знаниевый компонент (знания), характеризующий знания обучающегося как основу для осуществляемой деятельности.
2. Функциональный компонент (умения и навыки), характеризующий умения обучающегося выполнять определенные действия и навыки владения определенными инструментами, технологиями, оборудованием и т.п. в осуществляемой деятельности.
3. Социально-личностный компонент, опирающийся на личностные качества обучающегося и характеризующий его отношение к осуществляемой деятельности (обучению).

Формулировки компонентов для формирования компетенций ФГОС ВПО в дисциплине должны содержать конкретные и диагностируемые в ходе контроля знания, умения, навыки и личностные качества.

**Пример 2. Разработка компонентов для формирования компетенций ФГОС ВПО в дисциплине «Дискретная математика».** Для формирования способности применять теорию множеств для разработки математических и алгоритмических средств информационных технологий (пример 1) сформулированы следующие знания, умения и навыки, ожидаемые у каждого студента на соответствующем уровне тарификатора результатов обучения (компетенций) [3].

**Знания для формирования ОК-6:**

1. правила построения четких и нечетких множеств;
2. правила построений и вычислений математических выражений на основе теории множеств;
3. правила определения расстояний между множествами в линейной метрике (расстояние Хемминга) и в метрике Евклида;
4. правила определения меры нечеткости и индексов нечеткости множеств;
5. правила построения прямых и обратных отношений на множествах, композиций на их основе;
6. правила построения функций (отображений) на множествах;
7. свойства специальных бинарных отношений.

**Знания для формирования ПК-12:**

1. представление о прямых и косвенных способах построения функции принадлежности нечеткому множеству;
2. проблемы разработки алгоритмов обработки нечеткой информации.

**Умения для формирования ОК-6:**

1. построить нечеткие множества и подмножества;
2. определять расстояния между множествами;
3. определять меры нечеткости и индексы нечеткости множеств;
4. строить бинарные (прямые, обратные) отношения на четких и нечетких множествах;
5. находить композицию бинарных отношений на четких и нечетких множествах;
6. определять свойства заданного специального бинарного отношения;
7. определять классы эквивалентности для множеств;
8. строить диаграммы Хассе для упорядоченных множеств;
9. определять функции на множествах.

**Умения для формирования ПК-12:**

1. разрабатывать простейшие алгоритмы обработки нечеткой информации.

**Навыки для формирования ОК-6:**

1. находить результат вычисления математических выражений на основе теории множеств;
2. сравнивать множества по нечеткости.

**Принципы разработки фондов оценочных средств в дисциплинах ООП**

Фонд оценочных средств (ОС) дисциплины – набор контрольно-измерительных материалов, необходимый преподавателю для контроля (фиксации, измерения и оценки) заявленных им в дисциплине результатов освоения компетенций ООП у каждого студента. Набор может включать в себя различные виды ОС, которые зависят от планируемых результатов освоения компетенций ФГОС ВПО в дисциплине (тесты, индивидуальные задания для контрольных, домашних, лабораторных и курсовых работ, типовые экзаменационные теоретические вопросы и практические задачи с наборами конкретных вариантов заданий к ним), а также набор измерителей для оценки результатов освоения компетенций ФГОС ВПО у студентов, например, критериев для оценки тестов, отчетов по различным работам и т.п. Фонд ОС дисциплины по составу должен удовлетворять принципу полного покрытия ожидаемых знаний, умений и навыков (ЗУН) и личностных качеств обучаемых, контролируемых в процессе изучения дисциплины.

**Связь результатов освоения компетенций ФГОС ВПО с видами и формами занятий при изучении дисциплины**

В дисциплинах ООП планируются два типа занятий – аудиторные и внеаудиторные занятия. К аудиторным занятиям относятся лекционные и практические занятия, а к внеаудиторным – самостоятельная работа студентов (СРС). *Лекционные занятия* проводятся в основном в форме лекций и мастер-классов. Лекция – это аудиторное занятие по передаче учебной информации от преподавателя к студентам, направленная в основном на приобретение студентами новых теоретических и фактических знаний. В отличие от обычной лекции, передача учебной информации в мастер-классе проводится с использованием компьютерных и других технических средств. *Практические занятия* проводятся в форме практикумов, лабораторных работ, семинаров, коллоквиумов и т.д.; все практические занятия направлены на приобретение навыков, а в ряде случаев и на приобретение новых теоретических и фактических знаний. Практикум – это практическое занятие под руководством преподавателя, в ходе которого выполняется решение конкретных задач (изучение и применение на практике конкретных методов, разработка алгоритмов, расчеты характеристик и моделирование объектов и т.п.). Лабораторная работа – практическое занятие студента под руководством преподавателя, связанное с использованием учебного, научного или производственного оборудования (конкретных приборов, устройств и т.п.), в котором обязательным этапом является проведение эксперимента с целью получения новых фактических знаний и практических умений. Семинар, коллоквиум – это практическое занятие под руководством преподавателя, в ходе которого выполняется систематизация теоретических и фактических знаний в определенном контексте (подготов-

ка и презентация материала по определенной теме, обсуждение ее, формулирование выводов и заключения). *Самостоятельная работа студентов (СРС)* – внеаудиторное занятие студентов, в ходе которого студенты могут приобретать новые теоретические и фактические знания, умения и навыки, а также демонстрировать их на практике. СРС может проводиться под управлением преподавателя, например, при изучении дополнительного теоретического материала студенты могут воспользоваться консультацией преподавателя, в том числе и дистанционной. Одной из форм управляемой СРС является работа над курсовым проектом. Курсовое проектирование – познавательная деятельность студента, связанная с выполнением проекта технического объекта, системы, прибора, технологии и др. (удовлетворяющего заданным требованиям при определенных ограничениях), направленная в основном на приобретение новых фактических знаний и навыков в синтезе (соединении) на практике. По этой причине курсовой проект является одним из основных испытаний сформированности компетенций ФГОС ВПО у студента. Другим вариантом такого испытания могут быть комплексные домашние задания, выполняемые также в рамках СРС. На рис. 1 показана связь видов и форм занятий студентов и формируемых в них результатов обучения дисциплины.

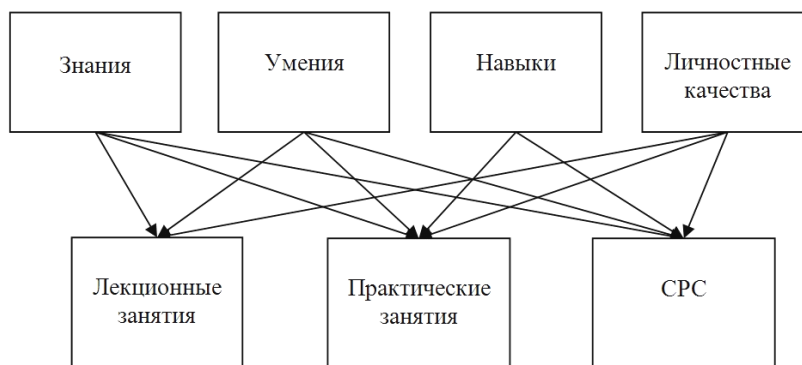


Рис. 1. Связь между формируемыми результатами освоения компетенций ФГОС ВПО и видами занятий в дисциплине

#### **Связь результатов освоения компетенций ФГОС ВПО с видами и формами контроля в дисциплине**

В дисциплине осуществляется текущий, рубежный и промежуточный контроль запланированных результатов освоения компетенций ФГОС ВПО.

Для проведения *текущего контроля* рекомендуется проводить опросы, в том числе в виде компьютерных тестов. При разработке тестовых заданий рекомендуется, в первую очередь, проверять умение применять знание на практике, например, переводить числовые данные из одной системы счисления в другую, кодировать числа, символьные данные и изображения и т.п. Если соответствующее задание будет выполнено студентом неверно, рекомендуется задавать дополнительный вопрос, который должен установить, знает ли студент соответствующее содержание, например, правило перевода чисел из одной системы счисления, соответствующий способ кодирования данных и т.п. Если в данном разделе запланированы практические (лабораторные) работы, то контроль знаний и навыков (многократно закрепленных умений с применением конкретного инструмента, метода, оборудования и т.д.) может осуществляться при сдаче и защите отчетов по лабораторным работам, домашних заданий и т.п. Оценка личностных качеств студентов, проявленных в ходе текущего контроля, проводится по критериям, установленным как дополнительное условие (сдача тестов, лабораторных и контрольных работ и т.п. в установленный срок; умение работать в команде, умение вести диалог и т.п.).

Для проведения *рубежного контроля* рекомендуется проводить контрольные работы, цель которых – проверка ЗУН, запланированных в разделах дисциплины для данного модуля. При этом оценка их сформированности должна быть подтверждена на практике в ограниченное время. Задания для контрольных работ должны содержать теоретические вопросы, для ответа на которые от студента потребуется, например, обоснование выбора способа (подхода) решения поставленной задачи; поиск и обоснование ошибок, допущенных в решении поставленной задачи известным методом; аргументированное обоснование того метода, который был применен для решения поставленной задачи; и т.п. Практические задания для рубежного контроля должны быть направлены на проверку сформированности результатов составляющих компетенций ФГОС ВПО.

*Промежуточный контроль* проводится в форме экзаменов и зачетов, цель которых – проверка сформированности результатов освоения компетенций ФГОС ВПО в данной дисциплине. Экзаменационные и зачетные задания делятся на две группы – теоретические вопросы и практические задачи. Целью теоретических вопросов является проверка способности студентов применять полученные знания в нестандартной ситуации, когда постановка конкретной проблемы требует применения полученных знаний и умений в их синтезе (соединении). При этом студенты должны демонстрировать в ограниченное время

умение анализировать проблему и предлагать способы ее решений. Практические задания должны позволять студенту демонстрировать полученные навыки в контексте компетенций ФГОС ВПО. На рис. 2 показана связь видов и форм контроля и оцениваемых в них результатов освоения компетенций ФГОС ВПО в дисциплине.

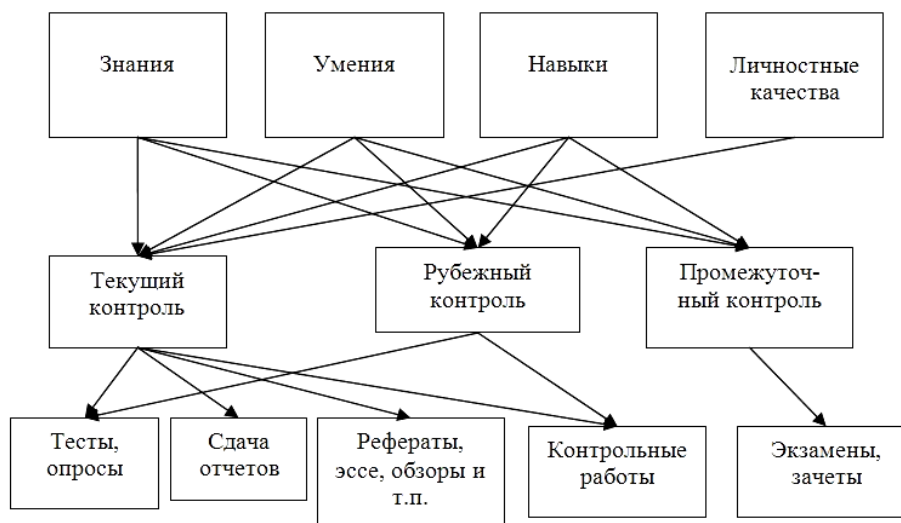


Рис. 2. Связь между оцениваемыми в них результатами освоения компетенций ФГОС ВПО и видами, формами контроля в дисциплине

### Методика разработки фонда оценочных средств для текущего контроля

Структурированное содержание дисциплины (каждая составляющая компетенция ФГОС ВПО соответствует отдельному разделу дисциплины) определяет виды учебных занятий в зависимости от состава заявленных результатов освоения компетенций ФГОС ВПО (рис. 1). Формы их текущего контроля (рис. 2) преподаватель выбирает, исходя из отобранного содержания дисциплины, необходимого и достаточного для формирования запланированных результатов. Методика разработки фонда оценочных средств (ОС) для текущего контроля в разделе дисциплины состоит в следующем.

1. Запланировать формы и виды ОС для контроля результатов освоения компетенций, формируемых в разделе дисциплины.
2. Установить соответствие каждого вида ОС конкретным результатам освоения компетенций, формируемых в разделе дисциплины.
3. Разработать план проверки этих результатов.
4. Разработать по плану проверки конкретные ОС.

**Пример 3. Разработка форм и ОС текущего контроля для формирования компетенций ФГОС ВПО в дисциплине «Дискретная математика».** Для текущего контроля запланированных результатов освоения компетенций в дисциплине (пример 1) были разработаны формы контроля, представленные в табл. 2.

Номер раздела	Наименование раздела	Формы контроля		
		Знаний и умений	Навыков	Личностных качеств
1	Основы теории множеств	Компьютерный тест № 1	Сдача отчетов по лабораторным работам	Сдача в установленный срок
2	Основы теории графов	Компьютерный тест № 2	Сдача отчетов по лабораторным работам	Сдача в установленный срок
3	Оптимизация на графах	Компьютерный тест № 3	Сдача отчетов по лабораторным работам	Сдача в установленный срок
4	Основы теории сетей Петри	Компьютерный тест № 4	Сдача отчетов по лабораторным работам	Сдача в установленный срок
5	Транспортные сети	Сдача отчетов по лабораторным работам		Сдача в установленный срок
6	Основы теории гиперграфов	Компьютерный тест № 5		Сдача в установленный срок

Таблица 2. Формы текущего контроля в дисциплине «Дискретная математика»

Рассмотрим далее на примере разработки ОС в форме компьютерного компетентностно-ориентированного теста № 3 (табл. 2) для текущего контроля знаний и умений, запланированных для формирования способности применять методы решения оптимизационных задач на графах для разработки алгоритмических средств информационных технологий (пример 1). В этом разделе запланированы знания типовых оптимизационных задач на графах и умение определять их оценки на практике на простейших графах. Покажем отличие содержательного и компетентностного подходов к контролю на примере задачи поиска наибольших пустых подграфов в графе, для оценки которой используется число внутренней устойчивости графа.

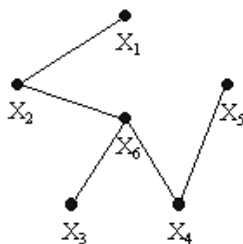
Тестовое задание закрытого типа для проверки знания содержания может выглядеть следующим образом.

Число внутренней устойчивости графа определяет

<input type="checkbox"/>	число всех пустых подграфов.
<input type="checkbox"/>	число всех полных подграфов.
<input type="checkbox"/>	число вершин в наибольшем полном подграфе.
<input type="checkbox"/>	число вершин в наибольшем пустом подграфе.

При компетентностном подходе требуется проверка знания на практике. Для этого можно предложить следующую цепочку из двух заданий. В цепочке второе задание предъявляется студенту после правильного ответа на первое задание.

Определить число внутренней устойчивости графа  $\alpha_0(G)$ .



Ответ: \_\_\_\_\_

Ответ правильный. Уточните, какое множество вершин соответствует найденному значению  $\alpha_0(G)$ ?

<input type="checkbox"/>	{X1, X3, X5}
<input type="checkbox"/>	{X1, X2, X3}
<input type="checkbox"/>	{X2, X6, X4}

#### Методика разработки фонда оценочных средств для рубежного и промежуточного контроля

Для подготовки оценочных средств рубежного и промежуточного контроля (рис. 2) разработчики рабочих программ дисциплин составляют типовые теоретические вопросы и типовые практические задачи для проверки запланированных конкретных результатов освоения составляющих компетенций ФГОС ВПО в дисциплине. Основной принцип разработки типовых вопросов и задач к разделу дисциплины – полное покрытие тех знаний, умений и навыков, которые ожидаются после завершения его изучения. В общем случае преподаватель может предложить не один, а несколько типовых вопросов и типовых задач. Каждый типовой теоретический вопрос должен проверять умение применять знание на практике.

**Пример 4. Разработка типовых теоретических вопросов для рубежного и промежуточного контроля в дисциплине «Дискретная математика».** Для формирования способности применять теорию множеств для разработки математических и алгоритмических средств информационных технологий было запланировано знание правил построения четких и нечетких множеств и умение строить четкие и нечеткие подмножества (пример 2). Для их проверки можно использовать следующие типовые вопросы (для каждого типового вопроса в фонде ОС подбираются конкретные задания).

1. В заданном универсальном множестве построить и изобразить графически нечеткое множество **A**, описанное с помощью характеристического свойства его элементов. Обосновать ответ.
2. В заданном универсальном множестве построено нечеткое множество **A** путем перечисления его элементов и степеней их принадлежности. Построить другое нечеткое множество **B**, которое будет подмножеством для **A**. Обосновать ответ.

3. В заданном универсальном множестве построено нечеткое множество **A** путем перечисления его элементов и степеней их принадлежности. Построить другое нечеткое множество **B**, которое будет более (менее) нечетким, чем множество **A**. Обосновать ответ.
4. В заданном универсальном множестве было построено нечеткое множество **A** путем перечисления его элементов и степеней их принадлежности. Студент построил другое нечеткое множество **B**, которое должно быть более (менее) нечетким, чем множество **A**. Проанализируйте ответ студента и аргументировано объясните возможные ошибки.

**Пример 5. ОС в дисциплине «Дискретная математика» (практические задачи).** Типовая практическая задача – «Задано множество **X**, на котором построено бинарное отношение **R**. Перечислите все элементы множества **R**, укажите степени их принадлежности. Определите свойства этого отношения. Обоснуйте свой ответ».

Варианты оценочных средств к данному заданию:

1.  $X = \{10, 15, 19, 21\}$ ;  $R = \{(x,y): (x,y) \in X * X; |x-y| \text{ приблизительно равно } 10\}$ ;
2.  $X = \{10, 15, 19, 21\}$ ;  $R = \{(x,y): (x,y) \in X * X; |x-y| \text{ приблизительно равно } 5\}$ ;
3.  $X = \{2, 5, 9, 11\}$ ;  $R = \{(x,y): (x,y) \in X * X; (x+y) \text{ намного меньше, чем } x * y\}$ ;
4.  $X = \{2, 5, 9, 11\}$ ;  $R = \{(x,y): (x,y) \in X * X; (x+y) \text{ немного меньше, чем } x * y\}$ ;
5.  $X = \{2, 5, 9, 11\}$ ;  $R = \{(x,y): (x,y) \in X * X; (x/y) \text{ намного меньше, чем } x\}$ .

Здесь знак «\*» обозначает прямое произведение множества **X** самого на себя.

### Заключение

Через два года вузы будут поставлены перед проблемой массового приема в магистратуру выпускников бакалаврских ООП. Уже есть мнение о том, что для этого необходимо проводить отбор лучших выпускников бакалаврских ООП на основе единого экзамена (бакалаврского минимума) в рамках направления подготовки. Каким должен быть такой экзамен? В данной работе мы изложили результаты наших исследований, которые, на наш взгляд, могут стать методической базой для разработки экзаменационных работ бакалаврского минимума, цель которого – дифференциация знаний, умений и навыков, сформированных в базовой части ООП данного направления подготовки в любом вузе России.

В работе предложены методики планирования результатов освоения компетенций ФГОС ВПО и разработки оценочных средств для их текущего, рубежного и промежуточного контроля на примере дисциплины «Дискретная математика». Методики разработаны в рамках подхода, основанного на структурировании необходимого и достаточного содержания дисциплины под формирование результатов освоения составляющих компетенций ФГОС ВПО в дисциплине в соответствии с принципом междисциплинарного обучения.

### Литература

1. Васильев В.Н., Лисицына Л.С. Основные направления развития информационно-образовательной среды вуза в связи с переходом на ФГОС ВПО // Компьютерные инструменты в образовании – 2012. – № 4. – С. 3–9.
2. Пирская А.С. Методика оценивания компетенций выпускника // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2012. – № 1 (77). – С. 135–141.
3. Лисицына Л.С., Лямин А.В., Шехонин А.А. Разработка рабочих программ дисциплин (модулей) в составе основных образовательных программ, реализующих ФГОС ВПО. Методическое пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2011.– 63 с.

**Васильев Владимир Николаевич** – Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, доктор технических наук, профессор, ректор, rector@mail.ifmo.ru

**Лисицына Любовь Сергеевна** – Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, доктор технических наук, доцент, зав. кафедрой, lisizina@mail.ifmo.ru