

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского  
Национальный исследовательский университет

О.А. Кузенков

**АЛГОРИТМ РЕФОРМИРОВАНИЯ УЧЕБНЫХ ПРОГРАММ  
ПО ИНФОРМАЦИОННЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ  
В СООТВЕТСТВИИ С ТЕХНОЛОГИЕЙ ТЮНИНГ**

Электронное методическое пособие

Нижний Новгород  
2011

## Содержание

	Стр.
<b>Введение</b>	3
<b>1. КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД</b>	6
<b>2. ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЕТЕНТНОСТНОЙ МОДЕЛИ ВЫПУСКНИКА</b>	22
<b>3. МОДУЛЬНЫЙ ПОДХОД</b>	38
<b>4. ИСЧИСЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ</b>	45
<b>5. ФОРМИРОВАНИЕ УЧЕБНОГО ПЛАНА</b>	50
<b>Заключение</b>	67
<b>Список литературы</b>	68

## ВВЕДЕНИЕ

Главной движущей силой всех современных реформ высшего образования является потребность общества, государства и экономики в повышении требований к уровню интеллектуального и нравственного развития человека с высшим образованием, к его социальной и профессиональной готовностям, необходимым для жизни в современном быстро меняющемся и усложняющемся мире. Из этой потребности непосредственно вытекает необходимость внести адекватные изменения в цели, содержание и организацию систем высшего образования и закрепить их как новые социальные нормы.

Одной из важнейших целей преобразования существующей системы высшего образования является ее глобальная интернационализация и включенность в мировую систему. Современные интеграционные процессы достигли такого уровня, когда экономические изменения в отдельном регионе мира вызывают цепную реакцию в экономике всех стран. В сфере высшего образования инструментом глобализации и интеграционных процессов является наднациональный характер фундаментальных научных знаний. Уровень коммуникации между научными сообществами таков, что новые знания, полученные в отдельных странах, новые технологии, развитые на основе этих знаний, становятся достоянием всего человечества и влияют на процесс развития государства независимо от национальных, религиозных и иных особенностей. Формой осуществления принципа глобализации является также расширяющийся процесс обмена студентами и экспорта образования, охвативший все страны мира.

В 1988 году во время празднования 800-летия юбилея старейшего европейского университета в Болонье была принята Всеобщая Хартия университетов, положившая начало Болонскому процессу – инициативе стран ЕС по созданию единого европейского пространства высшего образования. В 2003 году к этому процессу присоединилась Россия, подписав Болонскую Декларацию.

В перечень направлений Болонского процесса в числе прочих входят

- обеспечение качества образования на основе сопоставимых процедур оценки качества;
- обеспечение студенческой мобильности и мобильности профессорско-преподавательского состава;
- использование единой системы учета трудозатрат на изучение предмета на основе единой Европейской системы передачи кредитных единиц (ECTS);
- использование единой формы приложения к диплому об уровне высшего образования.

Для обеспечения технической реализации реформирования высшего образования в Европе в соответствии с требованиями Болонского процесса был создан авторитетный международный проект «Настройка образовательных структур в Европе» («Tuning Educational Structures in Europe» – TUNING), уча-

ствие в котором принимают несколько сотен вузов из разных регионов планеты. Он призван облегчить отдельным вузам процесс решения непростых задач, диктуемых потребностями глобализации образования, и является инструментом координации действий для высших учебных заведений. Подход TUNINGa состоит в методологии создания, развития, осуществления и изменения образовательных программ.

Органической составной частью указанного проекта является проект TUNING RUSSIA, осуществляющийся с 2001 года. Он ставит своей целью способствовать интеграции университетов России в общеевропейское пространство с учетом имеющихся особенностей и традиций. При этом методология этого проекта обобщает опыт конкретных шагов в разработке основных образовательных программ, соответствующих требованиям Болонского процесса.

В 2011 году в России введены в действие новые образовательные стандарты высшего образования. Эти стандарты призваны стать «проводниками» перспективных отечественных, международных и европейских тенденций реформирования и развития высшего образования, исходя из стратегических интересов и культурно-образовательных традиций России.

В концептуальные основания стандартов ВПО нового поколения вошли важные отличительные признаки-идеи, отражающие связь проектируемых новых норм для отечественной высшей школы с ведущими общемировыми тенденциями в развитии высшего образования и придающие новым российским образовательным стандартам и программам «международное измерение». К таким отличительным признакам-идеям относятся:

- Ориентация на создание совокупности взаимосвязанных многоуровневых систем высшего образования по каждому из направлений профессиональной подготовки с многообразной структурой квалификаций (бакалавр (Б), магистр (М), специалист (С)).
- Переход к использованию кредитных систем (систем зачетных единиц), совместимых с ECTS, в определении трудоемкости основной образовательной программы.
- Использование принципов модульной организации проектируемых основных образовательных программ.
- Формирование устойчивого и эффективного социального диалога высшей школы и сферы труда.
- Возрастание ответственности преподавателей и студентов за эффективность образовательного процесса и собственной деятельности.

Как показывает опыт болонских преобразований и методология, развиваемая проектом TUNING, ключевым инструментом в решении этих задач является формулировка результатов обучения в форме компетенций, так называемый компетентностный подход.

Несмотря на высокую значимость далеко не всегда идеи и принципы,

лежащие в основе современных преобразований в области высшей школы, понятны рядовым сотрудникам. Тем более вызывают серьезные затруднения реализация этих подходов в конкретном образовательном процессе. Следует отметить, что каждая предметная область образования обладает существенной спецификой, и методика реформирования должна учитывать особенности этой области.

Указанные причины требуют большой методической работы по реализации принципов совершенствования высшего образования. Эта работа должна опираться на методологию, разработанную в рамках проекта TUNING, как наиболее эффективное средство настройки образовательной деятельности вуза в соответствии с требованиями Болонского процесса и общим направлением реформ.

Целью данного пособия является определение алгоритма реформирования учебных программ в соответствии с методологией TUNING для предметной области информационных технологий, а также формирование методических рекомендаций по составлению учебных программ конкретных курсов. Построение такого алгоритма и рассмотрение многочисленных вопросов, связанных с его реализацией проводится на примере образовательных программ по направлению «Фундаментальная информатика и информационные технологии» факультета вычислительной математики и кибернетики Нижегородского государственного университета им. Н.И.Лобачевского.

Пособие, в первую очередь, предназначено для преподавателей, осуществляющих подготовку выпускников в области информационных технологий. Предлагаемый алгоритм необходим всем, участвующим в построении образовательных программ – деканатам, методическим комиссиям факультетов и кафедр. Не менее важна информация, представленная в данном пособии, для рядовых преподавателей, поскольку оно дает четкое представление о сути происходящих преобразований, и позволяет преподавателю осознанно определить роль преподаваемых им дисциплин в структуре обеспечения требований, предъявляемых сегодня к высшему образованию, для того, чтобы избирать адекватные способы его совершенствования. Кроме того, пособие будет весьма полезно и для студентов. В настоящее время возрастает студентоцентрическая направленность образования, выражающаяся в возрастании роли самостоятельной работы студентов, предоставлении им права формировать индивидуальные образовательные траектории. Поэтому важно, чтобы студенты понимали задачи, стоящие перед ними, и были активными участниками образовательного процесса.

# 1. КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД

## 1.1. Основные принципы

Одна из самых важных особенностей современного этапа развития ВПО в рамках Болонского процесса состоит в том, что требования к результатам освоения образовательной программы формулируются в терминах «компетенций» выпускника этой программы. Компетенция – это комплексная характеристика готовности выпускника применять знания, умения и личностные качества в стандартных и изменяющихся ситуациях профессиональной деятельности.

Подход к реализации образовательного процесса на основе компетенций – базовый принцип формирующегося общеевропейского образовательного пространства. Это необходимое условие академической свободы вузов, мобильности студентов и профессоров, возможности продолжения образования в течение всей жизни, создания общеевропейского рынка труда. Для сопоставления образовательных систем разных стран необходимы единые принципы оценки результатов образования. Под результатами понимаются наборы компетенций, включающие знания, понимание и навыки обучаемого, которые определяются как для каждого модуля программы, так и для программы в целом.

Компетентностный подход позволяет ответить на важнейшие для трудоустройства выпускников вопросы:

- Какие именно профессиональные действия способно совершить обученное лицо?

- Какими способами приобретены эти способности?

Проект TUNING предлагает следующее понимание компетенции: «Понятие компетенций включает знание и понимание (теоретическое знание в академической области, способность знать и понимать), знание как действовать (практическое и применение знаний к конкретным ситуациям), знание как быть (ценности как неотъемлемая часть способа восприятия и жизни с другими людьми в социальном контексте)». Таким образом, понятие «компетенция» включает не только когнитивную и операционно-технологическую составляющие, но и мотивационную, этическую, социальную, поведенческую стороны (результаты образования, знания, умения, систему ценностных ориентаций).

TUNING делит компетенции на две группы: универсальные (общие), необходимые каждому образованному человеку при освоении любой профессии, и те, которые можно назвать специальными (профессиональными). В ходе длительных дискуссий на общеевропейском уровне в проекте TUNING были отобраны 30 универсальных компетенций. В Федеральных государственных образовательных стандартах вместо термина «универсальные» используется термин «общекультурные».

Отметим, что для отечественной высшей школы и ее учебно-методических объединений было характерным использование концептуаль-

ных основ компетентностного подхода, интегрированных с системно-деятельностным подходом к проектированию квалификационно-ориентированных требований к выпускникам вузов, еще в конце 80-х годов XX-го столетия при создании на системно-деятельностной основе квалификационных характеристик специалистов с высшим образованием и сопряженных с ними фондов комплексных квалификационных заданий, а далее ГОС ВПО первого и второго поколений. Однако требования к результатам освоения образовательных программ выпускником российского вуза в государственных образовательных стандартах первого и второго поколения регламентировались в терминах «знания, умения, навыки» (так называемый ЗУНовский подход).

ЗУНовский подход к формированию учебного процесса структурирует образовательные программы по отдельным слабо интегрированным между собой дисциплинам (предметам). Разделенное же изучение дисциплин ведет к раздельному существованию в сознании осваиваемых ЗУНов. Знания и умения, усваиваемые при изучении отдельных предметов, - это только исходные элементы. С их помощью в практической деятельности можно решать лишь относительно простые задачи. Решение сложных задач требует интеграции частных знаний и умений в сложные психологические образования. Такие интегративные образования и были представлены как компетенции. Предметное структурирование содержания образовательных программ противоречит деятельностному определению их целей. Но с другой стороны, уйти от этого принципа разделения содержания образования невозможно, поскольку такое разделение отражает реальную структуру научного знания. Чтобы разрешить противоречие между деятельностным определением цели образования и предметным структурированием его содержания, нужно структурировать образовательные программы одновременно по двум принципам: предметному и деятельностному.

Современный этап развития ВПО включает смену результативно-целевой основы образования, а вместе с ней – смену ЗУНовской парадигмы образования на компетентностную модель подготовки выпускника. В качестве требований к результатам освоения основной образовательной программы (ООП) задаются перечни общекультурных и профессиональных компетенций, необходимые для присвоения выпускнику квалификации соответствующего уровня.

Компетентностный подход предполагает глубокие системные преобразования, затрагивающие преподавание, содержание, образовательные технологии, связи высшего образования с другими уровнями профессионального образования, введение модульной структуры учебных планов, системы зачетных единиц, формирование новой системы оценочных средств с переходом от оценки знаний к оценке компетенций. Внедрение компетентностного подхода в отечественную систему образования требует кардинальных изменений всех ее компонентов, включая формирование содержания образования, методов преподавания, обучения и развитие традиционных контрольно-

оценочных средств и технологий оценивания результатов обучения (компетенций).

Компетентностный подход проявляется, в первую очередь, при проектировании основной образовательной программы вуза.

Основная образовательная программа (ООП) высшего учебного заведения – это комплексный проект образовательного процесса в вузе по определенному направлению, уровню и профилю подготовки, представляющий собой систему взаимосвязанных документов:

— разработанную и утвержденную высшим учебным заведением самостоятельно на основе образовательного стандарта высшего профессионального образования с учетом потребностей регионального рынка труда, традиций и достижений научно-педагогической школы конкретного вуза;

— устанавливающую цели, ожидаемые результаты, структуру и содержание образования, условия и технологии реализации образовательного процесса, системы деятельности преподавателей, студентов, организаторов образования, средства и технологии оценки и аттестации качества подготовки студентов на всех этапах их обучения в вузе;

— включающую в себя: учебный план, рабочие программы учебных курсов, предметов, дисциплин (модулей) и другие материалы, обеспечивающие воспитание и качество подготовки студентов, а также программы учебной и производственной практики, календарный учебный график и методические материалы, обеспечивающие реализацию соответствующей образовательной технологии;

— позволяющую реализовать образовательный процесс в конкретном вузе в соответствии с требованиями утвержденного федерального государственного образовательного стандарта по данному направлению, уровню и профилю подготовки.

При компетентностном подходе ключевую роль в формировании ООП играет определение целей и результатов ее освоения в виде компетенций. Принципиально важной задачей при формировании требований к результатам освоения ООП (компетенций) является обеспечение их диагностики на требуемых уровнях освоения и адекватной “настройки” всего контрольно-оценочного инструментария на заданный уровень результатов обучения по всем дисциплинам (модулям) ООП вуза.

Перенос акцента с предметно-дисциплинарной и содержательной стороны (при одновременном сохранении ее достоинств и важности) на ожидаемые результаты образовательного процесса в компетентностном формате является проявлением существенного усиления его студентоцентрированной направленности как отражение важнейшей из мировых тенденций в развитии высшего образования.

В дальнейшем изложении покажем, как реализуется компетентностный подход формирования основных образовательных программ подготовки вы-



пускника в сфере информационно-коммуникационных технологий на примере Нижегородского государственного университета им. Н.И.Лобачевского

## **1.2. Особенности компетентностного подхода в сфере ИКТ**

Перечисленные выше аспекты характерны для составления основной образовательной программы (ООП) вуза по любому направлению подготовки, в том числе и в области информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). К этой области можно отнести несколько направлений подготовки высшего профессионального образования, определяемых федеральными государственными образовательными стандартами, в частности, 230100 «Информатика и вычислительная техника», 230400 «Информационные системы и технологии», 230700 «Прикладная информатика», 010300 «Фундаментальная информатика и информационные технологии».

Следует отметить, что в профессиональной области ИКТ существуют как международные образовательные стандарты, так и стандарты, выработанные сообществом российских корпораций ИКТ. Эти стандарты в той или иной степени необходимо учитывать при разработке ООП. Среди разнообразия этих стандартов особое место занимает СЕН «Европейская рамка ИТК-компетенций». В ней компетенции разделяются на пять областей, соответствующих бизнес-процессам в информационных системах: ПЛАНИРОВАНИЕ-ВНЕДРЕНИЕ-ЗАПУСК-АДАПТАЦИЯ-УПРАВЛЕНИЕ:

### **А. ПЛАНИРОВАНИЕ**

- A1. Согласование ИС и бизнес-стратегии
- A2. Управление уровнем услуг
- A3. Разработка бизнес-планов
- A4. Планирование проектов и выпуска продуктов
- A5. Проектирование архитектуры
- A6. Разработка приложений
- A7. Внедрение технологий
- A8. Устойчивое развитие

### **В. ВНЕДРЕНИЕ**

- V1. Проектирование и разработка
- V2. Интеграция систем

В3. Тестирование

В4. Развертывание решений

В5. Разработка документации

С. ЗАПУСК

С1. Поддержка пользователей

С2. Поддержка изменений

С3. Предоставление услуг

С4. Управление проблемами

Д. АДАПТАЦИЯ

Д1. Разработка стратегии информационной безопасности

Д2. Разработка стратегии обеспечения качества ИС

Д3. Организация обучения

Д4. Обеспечение процесса закупок

Д5. Разработка товарного предложения

Д6. Управление каналами продаж

Д7. Управление сбытом

Д8. Управление контрактами

Д9. Повышение квалификации персонала

Д10. Управление информацией и знаниями

Е. УПРАВЛЕНИЕ

Е1. Разработка прогнозов

Е2. Управление проектами и портфелями проектов

Е3. Управление рисками

Е4. Управление взаимоотношениями

Е5. Улучшение процессов

Е6. Управление качеством ИС

Е7. Управление изменениями

Е8. Управление информационной безопасностью

Е9. Управление ИС

Принципы настройки образовательных программ в сфере ИКТ рассматривались также в рамках проекта TUNING RUSSIA. Учет особенностей предметной области (ИКТ) этих образовательных направлений изучался отдельной группой участников (SAG – Subject Area Group). Группа была сформирована из представителей вузов России: Московского государственного университета железнодорожного транспорта, Нижегородского государственного университета им. Н.И.Лобачевского, Северокавказского государственного университета, Астраханского государственного университета, Тверского государственного университета. Работа группы осуществлялась при участии эксперта из университета Деусто Александра Района.

На первом этапе работы участники SAG ИКТ сформировали список специализированных компетенций предметной области. Этот список включает следующие компетенции

- s-1. Анализировать предметную область, идентифицировать, классифицировать и описывать проблемы; находить методы и подходы к их решению
- s-2. Проектировать ИКТ системы, включая моделирование (формальное описание) их структуры и процессов
- s-3. Разрабатывать ИКТ системы
- s-4. Развертывать, устанавливать, интегрировать, вводить в эксплуатацию и обслуживать ИКТ системы и их элементы
- s-5. Знать спецификации, стандарты, правила и рекомендации в профессиональной области, следовать им, оценивать степень обоснованности их применения
- s-6. Гарантировать качество ИКТ систем в соответствии с техническим заданием
- s-7. Анализировать, выбирать и применять методы и средства для обеспечения информационной безопасности
- s-8. Эффективно управлять экономическими, человеческими, техническими и иными ресурсами
- s-9. Готовить технические и методические материалы для презентации и описания ИКТ систем на любой стадии жизненного цикла
- s-10. Обеспечивать техническую поддержку и обучение пользователей ИКТ систем
- s-11. Развивать и реализовывать новые конкурентоспособные идеи в области ИКТ

s-12. Применять и развивать фундаментальные и междисциплинарные знания, включая математические и научные принципы, численные методы, средства (включая ПО, в соответствии с профилем подготовки) и нотации для успешного решения проблем

s-13. Знать и применять базовые теоретические и практические знания, принципы и инструментальные средства в профессиональной сфере.

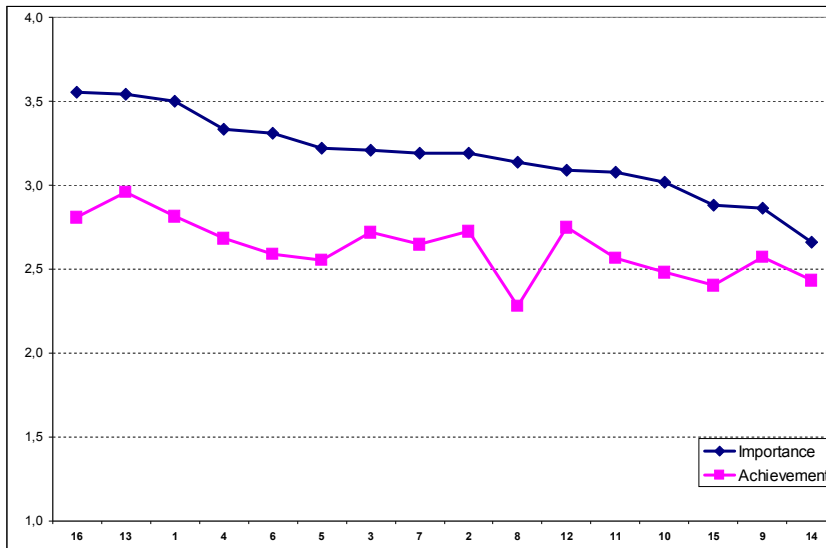
s-14. Учитывать социальные и этические аспекты своей профессиональной деятельности

s-15. Оценивать и учитывать экономические и коммерческие показатели, влияющие на сферу его профессиональной деятельности

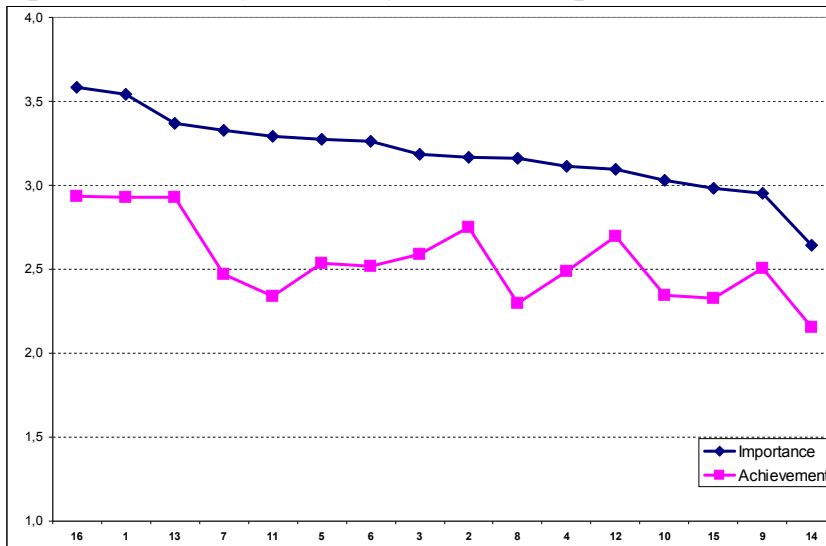
s-16. Накапливать, обрабатывать и систематизировать профессиональные знания в информационных технологиях и признавать важность обучения в течение всей жизни (непрерывного образования, переподготовки и самообучения) для необходимой адаптации к эволюционным процессам в профессиональной сфере и обществе.

К указанным 16 специальным компетенциям были добавлены 30 универсальных компетенций, общих для всех предметных областей. После этого были проведены социологические исследования, направленные на выяснение значимости сформулированных компетенций для преподавателей, студентов, выпускников и работодателей в сфере ИКТ.

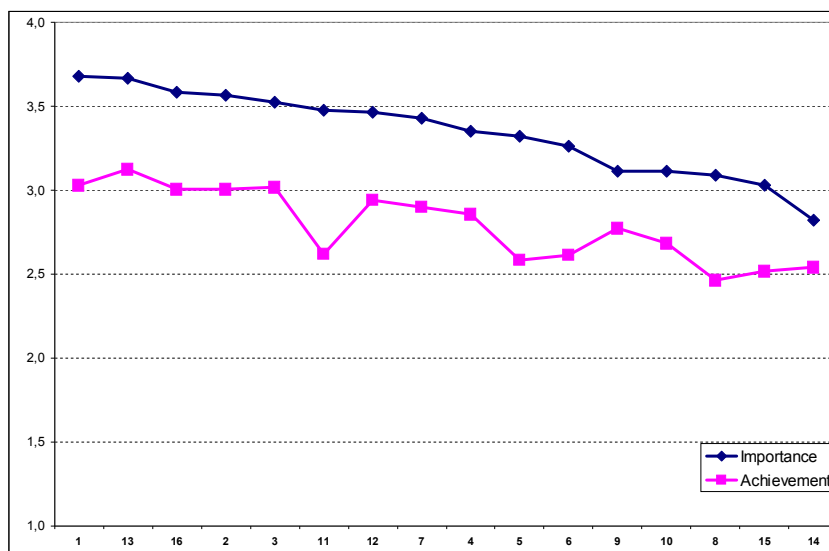
Приведем для примера результаты опроса работодателей по специализированным компетенциям. Компетенции оценивались по пятибалльной шкале. Для оценки привлекались сотрудники корпораций и предприятий, развивающих информационные технологии: Интел, Телека, НИТ, НИИС, Федеральный ядерный центр и др. На графике по вертикальной оси отмечается средняя оценка компетенций со стороны работодателей, по горизонтальной оси расположены номера специализированных компетенций по приведенному выше списку SAG ИКТ. Последовательность номеров компетенций при этом соответствует оценке их значимости с точки зрения работодателей. Верхняя линия соответствует оценке важности компетенции работодателями, нижняя линия соответствует сегодняшнему уровню достижения этих компетенций в результате образовательного процесса.



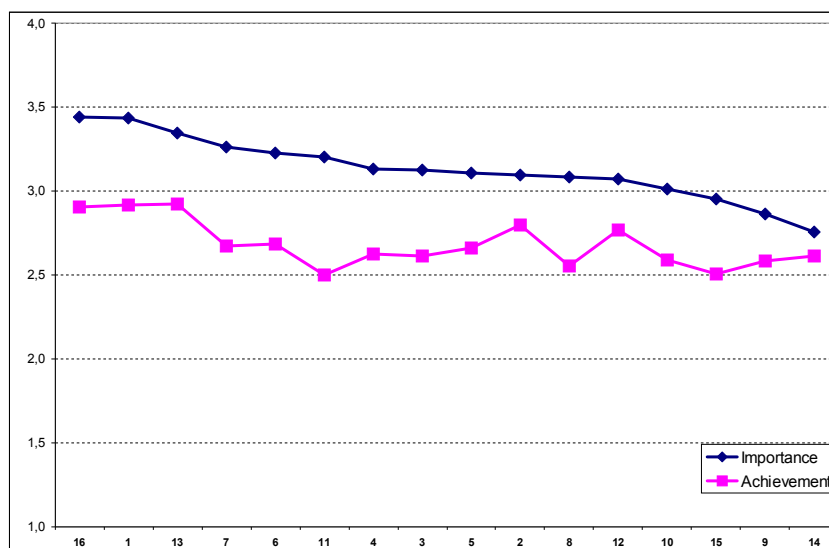
Аналогичные графики были построены по результатам опроса выпускников российских вузов, получивших образование в области ИКТ;



преподавателей российских вузов, выпускающих бакалавров по направлениям ИКТ;



и, наконец, студентов, проходящих подготовку в сфере ИКТ



На втором этапе работы было проведено обсуждение результатов опроса и выделены компетенции, обладающие наиболее высокой значимостью для всех заинтересованных сторон в сфере ИКТ. Этот перечень содержал следующие общие компетенции (нумерация приводится в соответствии с полным списком общих компетенций по проекту TUNING, последовательность компетенций в списке соответствует уровню их значимости, определенном участниками SAG на основе социологических опросов)

- g-1. Способность к абстрактному мышлению, анализу и синтезу
- g-2. Умение работать в команде
- g-6. Способность применять знания на практике
- g-9. Способность к самообразованию
- g-22. Способность находить, обрабатывать и анализировать информацию из разных источников
- g-26. Знание и понимание предметной области и профессии
- g-29. Нацеленность на достижение результата

g-5. Способность разрабатывать и управлять проектами

g-7. Способность общаться на иностранном языке

g-10. Способность к общению в устной и письменной форме на родном языке

Вторая часть списка содержала специальные компетенции предметной области ИКТ:

s-1. Анализировать предметную область, идентифицировать, классифицировать и описывать проблемы; находить методы и подходы к их решению; формировать требования

s-2. Проектировать ИКТ системы, включая проведение моделирования (формального описания) их структуры и процессов

s-3. Разрабатывать ИКТ системы

s-4. Развертывать, устанавливать, интегрировать, вводить в эксплуатацию и обслуживать ИКТ системы и их элементы

s-5. Гарантировать качество ИКТ систем в соответствии с техническим заданием

s-6. Развивать и реализовывать новые конкурентоспособные идеи в области ИКТ

s-8. Анализировать, выбирать и применять методы и средства для обеспечения информационной безопасности

s-7. Знать спецификации, стандарты, правила и рекомендации в профессиональной области, следовать им, оценивать степень обоснованности их применения

s-10. Обеспечивать техническую поддержку и обучение пользователей ИКТ систем

s-11. Применять и развивать фундаментальные и междисциплинарные знания, включая математические и научные принципы, численные методы, средства (включая ПО, в соответствии с профилем подготовки) и нотации для успешного решения проблем.

Эти компетенции и были рекомендованы участниками проекта TUNING для разработки ООП в сфере ИКТ.

### **1.3. Особенности подготовки выпускников в сфере ИКТ в Нижегородском государственном университете**

Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского имеет богатый опыт подготовки выпускников в сфере ИКТ. В частности, на факультете вычислительной математики и кибернетики реализуются программы подготовки по трем направлениям подготовки: «Фундаментальная информатика и информационные технологии», «Прикладная информатика», «Прикладная математика и информатика». Реализация компетентностного подхода для них представляется актуальной задачей.

Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского имеет статус национального исследовательского университета, благодаря чему он имеет право устанавливать собственные образовательные стандарты

высшего профессионального образования. В 2010 году был разработан первый самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт (СУОС) Нижегородского государственного университета для подготовки бакалавра по направлению «Фундаментальная информатика и информационные технологии».

Данный стандарт составлен на основе Закон РФ «Об образовании» и Федеральный закон «О высшем и послевузовском профессиональном образовании». При его разработке использовался ФГОС ВПО по направлению подготовки 010300 Фундаментальные информатика и информационные технологии (квалификация (степень) «бакалавр»), методические материалы УМО по классическому образованию и НФПК, рекомендации, выработанные в рамках проекта TUNING. В основу разработанного стандарта положен опыт участия Нижегородского государственного университета в эксперименте по обучению бакалавров информационных технологий, начиная с 2002 года, и почти десятилетний опыт подготовки выпускников по направлению «Информационные технологии», а также возможности материально технической базы и кадрового потенциала Нижегородского госуниверситета.

Одной из основных целей реализации указанного стандарта является подготовка высококвалифицированных кадров для предприятий региона на основе создания и применения информационных технологий и систем информационного обеспечения организационной, управленческой и научной деятельности в условиях конкретных производств, организаций или фирм; подготовка выпускников, обладающих навыками практического решения информационных задач. При разработке образовательного стандарта учитывались потребности рынка труда региона, запросы конкретных предприятий ИТ-сферы, с которыми Нижегородский государственный университет осуществляет сотрудничество, а также международные рекомендации по подготовке бакалавров в области информационных технологий для того, чтобы выпускники могли активно работать в международных ИТ-корпорациях, представительства которых имеются в регионе, и быть конкурентоспособными на международной арене. Все это призвано обеспечить более тесную взаимосвязь между образовательной сферой и научно-производственной деятельностью государственных и коммерческих предприятий региона.

В результате освоения образовательной программы согласно данному стандарту выпускник должен обладать предусмотренными стандартом общекультурными и профессиональными компетенциями. Перечень компетенций в данном стандарте существенно переработан с учетом всех факторов, влияющих на создание самостоятельно устанавливаемого стандарта. В наборе общекультурных компетенций выделено три группы, в наборе профессиональных – девять групп, соответствующих всем необходимым сторонам профессиональной подготовки бакалавра. Каждая из этих групп далее получает подробное разъяснение через отдельные компетенции.



Требования к результатам освоения основных образовательных программ бакалавра согласно этому стандарту формулируются следующим образом:

Выпускник должен обладать общекультурными компетенциями (ОК), такими как:

- владение общей культурой мышления, способность к восприятию, обобщению и анализу информации (ОК1)
  - способность научно анализировать социально значимые проблемы и процессы, умение использовать на практике знание гуманитарных наук в различных видах профессиональной и социальной деятельности
  - умение логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь;
  - владеть одним из иностранных языков на уровне не ниже разговорного
  - уважительно и бережно относиться к историческому наследию и культурным традициям, толерантно воспринимать социальные и культурные различия;
  - понимать движущие силы и закономерности исторического процесса; роль насилия и ненасилия в истории, место человека в историческом процессе, политической организации общества;
  - понимать и анализировать мировоззренческие, социально и лично значимые философские проблемы.
- способность к интеллектуальному, культурному, нравственному, физическому и профессиональному саморазвитию и самосовершенствованию (ОК2)
  - способность проявлять настойчивость в достижении цели с учетом моральных и правовых норм и обязанностей;
  - способность к постоянному повышению своего профессионального и культурного уровня;
  - владение средствами самостоятельного, методически правильного использования методов физического воспитания и укрепления здоровья;
- понимание социальной, гуманистической значимости своей будущей профессии (ОК3)
  - способность формировать суждения о значении и последствиях своей профессиональной деятельности с учетом социальных, профессиональных и этических позиций;
  - осознание значения гуманистических ценностей для сохранения и развития современной цивилизации; готовность принять нравственные обязанности по отношению к окружающей природе, обществу, другим людям и самому себе;
  - знание своих прав и обязанностей как гражданина страны; использование действующего законодательства, других правовых документов в своей деятельности;
  - знание основ защиты производственного персонала и населения от аварий, катастроф, стихийных бедствий и их возможных последствий.

Выпускник должен обладать следующими профессиональными компетенциями (ПК):

- способность понимать и применять на практике теорию информации как фундаментальную научную основу информационных технологий (ПК1)

- способность понимать сущность информации и её значение для современного общества, знать способы оценки количества информации и особенности их применения к количественной оценке разных видов информации;

- способность понимать содержательную сторону информационных процессов, знать способы передачи, приёма, обработки, анализа и хранения информации;

- способность к разработке, созданию, эксплуатации, поддержке и развитию информационных систем разных уровней на основе компьютерных технологий;

- способность владеть методами защиты информации, соблюдать основные требования информационной безопасности.

- готовность к включению в профессиональное сообщество (ПК2)

- способность в составе научно-исследовательского и производственного коллектива решать задачи профессиональной деятельности;

- способность критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности;

- знание кодекса профессиональной этики и готовность следовать ему в жизни;

- способность приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии, осуществлять целенаправленный поиск информации о научных и технологических достижениях в сети Интернет и из других источников.

- способность понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат и основные законы естествознания (ПК3)

- способность понимать концепции и использовать на практике следующие базовые математические дисциплины:

- на уровне технической грамотности:

- ✓ теория функций комплексной переменной;

- на уровне понимания концепций, способности их использо-

зования:

- ✓ математический анализ I;

- ✓ математический анализ II;

- ✓ кратные интегралы и ряды;

- ✓ алгебра и геометрия;

- ✓ дифференциальные уравнения;

- ✓ теория вероятностей и математическая статистика;

- ✓ функциональный анализ;

- ✓ дискретная математика;
- на уровне углубленных знаний:
- ✓ математическая логика и теория алгоритмов;
- ✓ теория автоматов и формальных языков;
- ✓ вычислительные методы;
- ✓ методы оптимизации и исследование операций;
- детальное знание базовых алгоритмов и способность разработки алгоритмических решений в области системного и прикладного программирования, исследования математических, информационных и имитационных моделей по тематике выполняемых работ;
- понимание концепций и способность использовать в профессиональной деятельности основные законы естественнонаучных дисциплин, в частности, физики.
- способность понимать, разрабатывать и применять современные информационные технологии (ПК4)
- способность понимать концепции и использовать на практике функциональные возможности следующих базовых технологий:
- на уровне технической грамотности:
- ✓ теория информации;
- ✓ архитектура вычислительных систем;
- ✓ теория языков программирования
- ✓ объектно-ориентированное и компонентно-базированное программирование;
- на уровне понимания концепций, способности использования:
- ✓ разработка и принципы организации операционных систем;
- ✓ разработка и принципы сетевых технологий;
- ✓ теоретические основы, проектирование и использование баз данных и информационных систем;
- ✓ компьютерная графика и технологии мультимедиа;
- на уровне углубленных знаний:
- ✓ основы программирования;
- ✓ системное администрирование, конфигурирование и использование операционных систем;
- ✓ параллельные и распределенные вычисления;
- ✓ моделирование, анализ и разработка прикладного программного обеспечения в областях геоинформатики, систем автоматизации проектирования, средств мобильной связи, биоинформатики, систем искусственного интеллекта, информационных систем в государственной деятельности, юриспруденции и др.
- способность профессионально разрабатывать и использовать программное обеспечение для поддержки информационных систем и процессов, владеть современными инструментальными вычислительными средствами;

- способность осуществлять информационную и программную поддержку в конкретных предметных областях.
  - способность к ведению научно-исследовательской деятельности (ПК5)
    - способность к проведению анализа алгоритмических, методических и технологических проблем, возникающих при разработке информационных систем;
    - способность к разработке новых алгоритмических, методических и технологических решений;
    - способность участвовать в составе научно-исследовательского коллектива в работе по развитию математического аппарата; необходимого для разработки новых информационных технологий
    - способность участвовать в разработке новых принципов и парадигм информационных технологий;
    - способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования подходов, решений и выводов по соответствующим научным и профессиональным проблемам.
  - способность к ведению организационно-управленческой деятельности (ПК6)
    - способность приобретать и использовать организационно-управленческие навыки в профессиональной и социальной деятельности;
    - способность понимать и применять в практической деятельности профессиональные стандарты в области информационных технологий;
    - способность разрабатывать, реализовывать и управлять процессами жизненного цикла программных продуктов;
    - способность составлять и контролировать план выполняемой работы, планировать необходимые для выполнения работы ресурсы, оценивать результаты собственной работы.
  - способность к ведению проектной деятельности (ПК7)
    - способность к формализации предметной области проекта и требований к программной системе;
    - способность к составлению технического задания на разработку информационной системы;
  - способность к ведению аналитической деятельности (ПК8)
    - способность к анализу требований и разработке вариантов реализации информационной системы;
    - способность к проведению обследования и описания бизнес-процессов в прикладных задачах;
    - способность к анализу и выбору современных технологий и методик выполнения работ по реализации информационной системы;
    - способность к оценке качества, надежности и эффективности информационной системы.
  - способность к ведению производственно-технологической деятельности (ПК9)

- способность к установке, администрированию программных систем;
- способность к реализации интеграции информационных систем с используемыми аппаратно-программными комплексами;
- способность к техническому сопровождению информационных систем в процессе их эксплуатации;
- способность осуществлять мониторинг за соответствием производственных процессов требованиям систем контроля окружающей среды и безопасности труда.

Следующим этапом является составление на основе принятого нового стандарта и с учетом рекомендаций TUNING формирование компетентностной модели выпускника и составление основной образовательной программы.

## **2. ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЕТЕНТНОСТНОЙ МОДЕЛИ ВЫПУСКНИКА**

### **2.1. Формулировка целей ООП в виде системы компетенций**

Попытаемся сделать «пошаговую» схему проектирования ООП на основе рекомендаций TUNING при использовании компетентностного подхода.

Первым шагом проектирования вузовских программ нового поколения является формирование целей ООП, а значит, - полной компетентностной модели выпускника в соответствии с требованиями стандарта по соответствующему направлению подготовки конкретным профилем основной образовательной программы и миссией вуза. При этом необходимо принимать во внимание важнейшие требования – диагностичности формирования в образовательном процессе каждой компетенции.

Ответ на вопрос, каким должны быть структура и содержание программы высшего профессионального образования для того, чтобы в их рамках формировались компетенции, обеспечивающие выпускнику возможность быть эффективным и мобильным субъектом трудовой деятельности, требует совместной работы большого коллектива преподавателей. Процесс проектирования ООП обуславливает создание различных групп для решения возникающих на этом этапе задач, связанных с интеграцией блоков дисциплин (модулей), выделением взаимосвязей образовательной и профессиональной подготовки и др. Поэтому для успешной его реализации в создаваемые группы обязательно должны входить специалисты, владеющие общей методологией развития образовательных систем, специалисты в разных областях предметного знания, управленцы. Например, при создании на факультете ВМК ННГУ ООП бакалавра по направлению «Фундаментальная информатика и информационные технологии» на основе самостоятельно устанавливаемого образовательного стандарта Нижегородского государственного университета работала представительная комиссия, в состав которой входили проректор по информатизации ННГУ, руководитель учебно-методического управления ННГУ, декан факультета ВМК, заместитель декана по учебной работе, заместитель декана по методической работе, заместитель декана по практике студентов, председатель и члены методической комиссии факультета, представители всех кафедр факультета, ведущие профессора в области информационных технологий.

Компетентностная модель выпускника должна строиться на основе образовательного стандарта, но при этом необходимо учитывать рекомендации TUNING. Рассмотрим, как согласуются между собой компетенции СУОС и компетенции, предложенные SAG ИКТ. Сопоставляя два перечня компетенций, можно видеть, что часть из них по существу несут тождественный смысл и разнятся либо в формулировках, либо в незначительных смысловых оттенках. Сведем такие компетенции в таблицу

<b>Компетенции СУОС</b>	<b>Компетенции SAG ИКТ</b>
<b>Общекультурные компетенции (ОК)</b>	<b>Общие компетенции (g)</b>
владение общей культурой мышления, способность к восприятию, обобщению и анализу информации (ОК1)	g-1. Способность к абстрактному мышлению, анализу и синтезу
владеть одним из иностранных языков на уровне не ниже разговорного (входит в ОК1)	g-7. Способность общаться на иностранном языке
умение логически верно, аргументированно и ясно строить устную и письменную речь (входит в ОК1)	g-10. Способность к общению в устной и письменной форме на родном языке
способность проявлять настойчивость в достижении цели с учетом моральных и правовых норм и обязанностей (входит в ОК2)	g-29. Нацеленность на достижение результата
способность к постоянному повышению своего профессионального и культурного уровня (входит в ОК2)	g-9. Способность к самообразованию
<b>Профессиональные компетенции (ПК)</b>	<b>Специальные компетенции (s)</b>
способность владеть методами защиты информации, соблюдать основные требования информационной безопасности (входит в ПК1).	s-8. Анализировать, выбирать и применять методы и средства для обеспечения информационной безопасности

Кроме этого ряд компетенций СУОС в перечне SAG был сформулирован более обще

способность понимать и применять в практической деятельности профессиональные стандарты в области информационных технологий (входит в ПК6)	s-7. Знать спецификации, стандарты, правила и рекомендации в профессиональной области, следовать им, оценивать степень обоснованности их применения
способность к анализу требований и разработке вариантов реализации информационной системы (входит в ПК8)	s-1. Анализировать предметную область, идентифицировать, классифицировать и описывать проблемы; находить методы и подходы к их решению; формировать требования
способность к разработке новых алгоритмических, методических и технологических решений (входит в ПК5)	s-6. Развивать и реализовывать новые конкурентоспособные идеи в области ИКТ
способность к оценке качества, надежности и эффективности информационной системы (входит в ПК8)	s-5. Гарантировать качество ИКТ систем в соответствии с техническим заданием

Также одна компетенция SAG s-11 охватывает содержание сразу нескольких компетенций СУОС

способность понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат и основные законы естествознания (ПК3)	s-11. Применять и развивать фундаментальные и междисциплинарные знания, включая математические и научные принципы, численные методы, средства (включая)
--	---

<p>способность понимать и применять на практике теорию информации как фундаментальную научную основу информационных технологий (ПК1)</p> <p>способность понимать, разрабатывать и применять современные информационные технологии (ПК4)</p>	<p>чая ПО, в соответствии с профилем подготовки) и нотации для успешного решения проблем.</p>
---	---

Ряд компетенций SAG не нашел прямого выражения в списке компетенций СУОС, хотя в перечне СУОС можно найти более общие компетенции, подразумевающие владение этими компетенциями SAG

<p>способность в составе научно-исследовательского и производственного коллектива решать задачи профессиональной деятельности (Входит в ПК2)</p>	<p>g-2. Умение работать в команде</p>
<p>способность к ведению организационно-управленческой деятельности (ПК6)</p>	<p>g-5. Способность разрабатывать и управлять проектами</p>
<p>готовность к включению в профессиональное сообщество (ПК2)</p>	<p>g-26. Знание и понимание предметной области и профессии</p> <p>g-6. Способность применять знания на практике</p>
<p>способность приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии, осуществлять целенаправленный поиск информации о научных и технологических достижениях в сети Интернет и из других источников (входит в ПК2)</p>	<p>g-22. Способность находить, обрабатывать и анализировать информацию из разных источников</p>
<p>способность к ведению проектной деятельности (ПК7)</p>	<p>s-2. Проектировать ИКТ системы, включая проведение моделирования (формального описания) их структуры и процессов</p>
<p>способность к ведению производственно-технологической деятельности (ПК9)</p>	<p>s-3. Разрабатывать ИКТ системы</p> <p>s-4. Развертывать, устанавливать, интегрировать, вводить в эксплуатацию и обслуживать ИКТ системы и их элементы</p> <p>s-10. Обеспечивать техническую поддержку и обучение пользователей ИКТ систем</p>

При формировании перечня компетенций выпускника за основу необходимо взять требования стандарта, но при этом дополнить их компетенциями, рекомендуемыми проектом TUNING. В формулировки компетенций СУОС, которые имеют схожие компетенции в списке SAG, целесообразно добавить формулировку SAG, особенно в тех случаях, где она допускает более общее толкование. Те компетенции SAG, которые не имеют прямых аналогов в



СУОС, нужно добавить в соответствующие группы компетенций СУОС. Наконец, в список компетенций СУОС внести компетенцию s-11, относительно которой компетенции можно ПК1, ПК3 и ПК4 рассматривать как группу.

Таким образом, после проведенного анализа были сформированы требования к результатам освоения ООП Нижегородского государственного университета для бакалавра по направлению «Фундаментальная информатика и информационные технологии» в виде перечня компетенций (далее приводится фрагмент текста ООП, в котором полужирным шрифтом выделены изменения по сравнению с текстом СУОС)

### КОМПЕТЕНЦИИ ВЫПУСКНИКА ВУЗА КАК СОВОКУПНЫЙ ОЖИДАЕМЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ДАННОЙ ООП ВПО

Результаты освоения ООП ВПО определяются приобретаемыми выпускником компетенциями, т.е. его способностью применять знания, умения, опыт и личностные качества в соответствии с задачами профессиональной деятельности.

В результате освоения ООП ВПО выпускник должен обладать следующими общекультурными компетенциями (ОК), такими как:

- владение общей культурой мышления, способность к восприятию, обобщению и анализу информации, **способность к абстрактному мышлению, анализу и синтезу** (ОК1)

- способность научно анализировать социально значимые проблемы и процессы, умение использовать на практике знание гуманитарных наук в различных видах профессиональной и социальной деятельности

- умение логически верно, аргументированно и ясно строить устную и письменную речь; **способность к общению в устной и письменной форме на родном языке**

- владение одним из иностранных языков на уровне не ниже разговорного, **способность общаться на иностранном языке**

- уважительно и бережно относиться к историческому наследию и культурным традициям, толерантно воспринимать социальные и культурные различия;

- понимать движущие силы и закономерности исторического процесса; роль насилия и ненасилия в истории, место человека в историческом процессе, политической организации общества;

- понимать и анализировать мировоззренческие, социально и лично значимые философские проблемы.

- способность к интеллектуальному, культурному, нравственному, физическому и профессиональному саморазвитию и самосовершенствованию (ОК2)

- способность проявлять настойчивость в достижении цели с учетом моральных и правовых норм и обязанностей; **нацеленность на достижение результата**

- способность к постоянному повышению своего профессионального и культурного уровня; **способность к самообразованию**;

- владение средствами самостоятельного, методически правильного использования методов физического воспитания и укрепления здоровья.

- понимание социальной, гуманистической значимости своей будущей профессии (ОКЗ)

- способность формировать суждения о значении и последствиях своей профессиональной деятельности с учетом социальных, профессиональных и этических позиций;

- осознание значения гуманистических ценностей для сохранения и развития современной цивилизации; готовность принять нравственные обязанности по отношению к окружающей природе, обществу, другим людям и самому себе;

- знание своих прав и обязанностей как гражданина страны; использование действующего законодательства, других правовых документов в своей деятельности;

- знание основ защиты производственного персонала и населения от аварий, катастроф, стихийных бедствий и их возможных последствий.

Выпускник должен обладать следующими профессиональными компетенциями (ПК):

**Способность применять и развивать фундаментальные и междисциплинарные знания, включая математические и научные принципы, численные методы, средства (включая ПО, в соответствии с профилем подготовки) и нотации для успешного решения проблем:**

- способность понимать и применять на практике теорию информации как фундаментальную научную основу информационных технологий (ПК1)

- способность понимать сущность информации и её значение для современного общества, знать способы оценки количества информации и особенности их применения к количественной оценке разных видов информации;

- способность понимать содержательную сторону информационных процессов, знать способы передачи, приёма, обработки, анализа и хранения информации;

- способность к разработке, созданию, эксплуатации, поддержке и развитию информационных систем разных уровней на основе компьютерных технологий;

- способность владеть методами защиты информации, соблюдать основные требования информационной безопасности; анализировать, выбирать и применять методы и средства для обеспечения информационной безопасности.

- способность понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат и основные законы есте-

### ствознания (ПКЗ)

▪ способность понимать концепции и использовать на практике следующие базовые математические дисциплины:

- на уровне технической грамотности:
- ✓ теория функций комплексной переменной;
- на уровне понимания концепций, способности их использо-

зования:

- ✓ математический анализ I;
- ✓ математический анализ II;
- ✓ кратные интегралы и ряды;
- ✓ алгебра и геометрия;
- ✓ дифференциальные уравнения;
- ✓ теория вероятностей и математическая статистика;
- ✓ функциональный анализ;
- ✓ дискретная математика;

- на уровне углубленных знаний:

- ✓ математическая логика и теория алгоритмов;
- ✓ теория автоматов и формальных языков;
- ✓ вычислительные методы;
- ✓ методы оптимизации и исследование операций;

▪ детальное знание базовых алгоритмов и способность разработки алгоритмических решений в области системного и прикладного программирования, исследования математических, информационных и имитационных моделей по тематике выполняемых работ;

▪ понимание концепций и способность использовать в профессиональной деятельности основные законы естественнонаучных дисциплин, в частности, физики.

• способность понимать, разрабатывать и применять современные информационные технологии (ПК4)

▪ способность понимать концепции и использовать на практике функциональные возможности следующих базовых технологий:

- на уровне технической грамотности:
- ✓ теория информации;
- ✓ архитектура вычислительных систем;
- ✓ теория языков программирования
- ✓ объектно-ориентированное и компонентно-базированное про-

граммирование;

○ на уровне понимания концепций, способности использо-

вания:

- ✓ разработка и принципы организации операционных систем;
- ✓ разработка и принципы сетевых технологий;
- ✓ теоретические основы, проектирование и использование баз данных и информационных систем;

- ✓ компьютерная графика и технологии мультимедиа;

- на уровне углубленных знаний:

- ✓ основы программирования;
- ✓ системное администрирование, конфигурирование и использование операционных систем;
- ✓ параллельные и распределенные вычисления;
- ✓ моделирование, анализ и разработка прикладного программного обеспечения в областях геоинформатики, систем автоматизации проектирования, средств мобильной связи, биоинформатики, систем искусственного интеллекта, информационных систем в государственной деятельности, юриспруденции и др.

- способность профессионально разрабатывать и использовать программное обеспечение для поддержки информационных систем и процессов, владеть современными инструментальными вычислительными средствами;

- способность осуществлять информационную и программную поддержку в конкретных предметных областях.

- готовность к включению в профессиональное сообщество (ПК2)

- способность в составе научно-исследовательского и производственного коллектива решать задачи профессиональной деятельности; **умение работать в команде;**

- способность критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности;

- знание кодекса профессиональной этики и готовность следовать ему в жизни;

- способность приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии, осуществлять целенаправленный поиск информации о научных и технологических достижениях в сети Интернет и из других источников; **способность находить, обрабатывать и анализировать информацию из разных источников;**

- **способность знать и понимать предметную область и профессию;**

- **способность применять знания на практике.**

- способность к ведению научно-исследовательской деятельности (ПК5)

- способность к проведению анализа алгоритмических, методических и технологических проблем, возникающих при разработке информационных систем;

- способность к разработке новых алгоритмических, методических и технологических решений; **способность развивать и реализовывать новые конкурентоспособные идеи в области ИКТ;**

- способность участвовать в составе научно-исследовательского коллектива в работе по развитию математического аппарата; необходимого для разработки новых информационных технологий

- способность участвовать в разработке новых принципов и парадигм информационных технологий;

- способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования подходов, решений и выводов по соответствующим научным и профессиональным проблемам.

- способность к ведению организационно-управленческой деятельности (ПК6)

- способность приобретать и использовать организационно-управленческие навыки в профессиональной и социальной деятельности;

- способность понимать и применять в практической деятельности профессиональные стандарты в области информационных технологий; **знать спецификации, стандарты, правила и рекомендации в профессиональной области, следовать им, оценивать степень обоснованности их применения**

- способность разрабатывать, реализовывать и управлять процессами жизненного цикла программных продуктов;

- способность составлять и контролировать план выполняемой работы, планировать необходимые для выполнения работы ресурсы, оценивать результаты собственной работы;

- **способность разрабатывать и управлять проектами.**

- способность к ведению проектной деятельности (ПК7)

- способность к формализации предметной области проекта и требований к программной системе;

- **способность проектировать ИКТ системы, включая проведение моделирования (формального описания) их структуры и процессов**

- способность к составлению технического задания на разработку информационной системы;

- способность к ведению аналитической деятельности (ПК8)

- способность к анализу требований и разработке вариантов реализации информационной системы; **способность анализировать предметную область, идентифицировать, классифицировать и описывать проблемы; находить методы и подходы к их решению; формировать требования**

- способность к проведению обследования и описания бизнес-процессов в прикладных задачах;

- способность к анализу и выбору современных технологий и методик выполнения работ по реализации информационной системы;

- способность к оценке качества, надежности и эффективности информационной системы; гарантировать качество ИКТ систем в соответствии с техническим заданием.

- способность к ведению производственно-технологической деятельности (ПК9)

- способность к установке, администрированию программных систем;

- способность к реализации интеграции информационных систем с используемыми аппаратно-программными комплексами;
- способность к техническому сопровождению информационных систем в процессе их эксплуатации;
- способность осуществлять мониторинг за соответствием производственных процессов требованиям систем контроля окружающей среды и безопасности труда.
- **способность разрабатывать ИКТ системы**
- **способность развертывать, устанавливать, интегрировать, вводить в эксплуатацию и обслуживать ИКТ системы и их элементы**
- **способность обеспечивать техническую поддержку и обучение пользователей ИКТ систем**

Таким образом, перечень компетенций ООП изменен в соответствии с рекомендациями проекта TUNING, учтены все предложения SAG ИКТ. Следует отметить, что при этом список компетенций значительно улучшился, понимание компетенций было развито, углублено и конкретизировано.

Необходимо сказать, что компетентностная модель выпускника не исчерпывается только списком компетенций. Для ее адекватного построения необходимо иметь наполнение каждой компетенции, исключить двусмысленность их понимания и достижения. Реализации этой задачи служит построение карты компетенции, для чего существует разработанная методика проекта TUNING.

## 2.2. Карта компетенции

Студентоцентрированный образовательный процесс в вузе при реализации компетентностного подхода актуализирует разработку карт компетенций, важным условием которой являются содержательная характеристика места и значимости конкретной компетенции, уровней и признаков их проявления, а также программа формирования каждой компетенции в образовательном процессе. Важно, чтобы составляемые карты давали ответы на следующие вопросы:

- каково содержание и существенные характеристики конкретной компетенции выпускника;
- как (с помощью какого содержания, образовательных технологий и т.п.) можно её формировать в условиях вуза;
- какие признаки должен продемонстрировать студент в рамках итоговой государственной аттестации, чтобы подтвердить (с помощью каких оценочных средств и технологий) можно оценивать уровень сформированности конкретной компетенции у студентов вуза.

Конечно, реализация целей глобализации образования может быть достигнута только в случае, когда разные вузы будут пользоваться единой системой карт, дающей единое понимание одних и тех же компетенций. Такая общая система карт была сформирована в ходе проекта TUNING в Европе. Карты универсальных компетенций приведены в документе *Competence-based learning*. Bilbao: University of Deusto, 2008. Ряд этих компетенций сов-

падают с общими компетенциями перечня SAG ИКТ, поэтому эти карты можно использовать при разработке соответствующих карт в российских вузах. К таким компетенциям относятся: Oral communication (Устное общение), Writing Skills (Письменные навыки), Foreign Language Proficiency (Владение иностранным языком), Teamwork (Работа в команде), Project Management (Управление проектами) и некоторые другие.

Для специальных компетенций, рекомендуемых стандартом CEN «Европейская рамка ИТК-компетенций» существуют общепризнанные карты этих компетенций, входящие неотъемлемой частью в стандарт CEN.

Но даже общие компетенции перечня SAG не покрываются полностью разработанными картами компетенций, не говоря уже о специальных компетенциях предметной области ИКТ. Поэтому актуальной является задача разработки карт компетенций и последующее согласование их между вузами страны. В успешном решении этой задачи заинтересованы все вузы.

Методология TUNING для составления карты компетенции предлагает ее описание через набор индикаторов, которые показывают конкретные качественные аспекты освоения указанной компетенции. Кроме этого определяются несколько уровней освоения компетенции. На каждом уровне количественная степень освоения (мастерства) каждого индикатора характеризуется дескрипторами. Чаще всего для построения карты компетенции используются пять индикаторов, два-три уровня мастерства и пять дескрипторов.

Система дескрипторов сильно коррелирует со шкалой оценок, принятой в Нижегородском государственном университете и заложенной в СУОС «Фундаментальная информатика и информационные технологии»:

«В учебной программе каждой дисциплины (модуля) должны быть четко сформулированы конечные результаты обучения в органичной увязке с осваиваемыми знаниями, умениями и приобретаемыми компетенциями в целом по ООП... Система оценок текущей и промежуточной успеваемости студентов предусматривает следующие оценки:

«Превосходно» - свободное владение основным и дополнительным материалом без ошибок и погрешностей;

«Отлично» – свободное владение основным материалом без ошибок и погрешностей;

«Очень хорошо» – достаточное владение основным материалом с незначительными погрешностями;

«Хорошо» – владение основным материалом с рядом заметных погрешностей;

«Удовлетворительно» – владение минимальным материалом, необходимым по данному предмету, с рядом ошибок;

«Неудовлетворительно» – владение материалом недостаточно, необходима дополнительная подготовка;

«Плохо» – отсутствие владения материалом.

Оценки «превосходно», «отлично», «очень хорошо», «хорошо», «удовлетворительно» считаются положительными».

Но при этом дескрипторы оценивают не владение материалом, а степень освоения компетенции.

Дадим схему построения дескрипторов на основе принципов проекта TUNING, традиций Нижегородского университета и СУОС «Фундаментальная информатика и информационные технологии». Общее количество дескрипторов для каждого индикатора выбирается равным пяти. Значения дескрипторов означают следующие степени освоения компетенций.

1. Данный уровень компетенции полностью не освоен.

2. Степень освоения данного уровня компетенции недостаточна, допускаются значительные ошибки.

3. Минимальная допустимая степень освоения данного уровня компетенции. Могут допускаться ошибки, не имеющие решающего значения для характера освоения данного уровня.

4. Данный уровень компетенции в целом освоен. Могут допускаться незначительные погрешности.

5. Уровень компетенции освоен полностью. Освоение осуществлено выше обязательных требований, демонстрируются качества, связанные с проявлением данного уровня компетенции в широком диапазоне. Проявляется связь со сформированностью других компетенций.

В ходе выполнения проекта TUNING группой SAG ИКТ был предложен вариант описания общей компетенции g-6. «Способность применять знания на практике». Для этой компетенции были предложены три уровня мастерства и три индикатора

Первый уровень мастерства. Получение альтернативных решений для данной проблемы с применением заданных методов.

Индикатор 1. Адекватное понимание проблемы

Индикатор 2. Адекватное понимание полученного результата

Индикатор 3. Применение изученных методов

Второй уровень мастерства. Построение оптимального решения данной проблемы, по заданному критерию

Индикатор 1. Формализации проблемы и ее требований

Индикатор 2. Сопоставление и анализ результатов/решения, полученных разными способами

Индикатор 3. Выбор подходящего метода и инструментов

Третий уровень мастерства. Идентификация и анализ проблемы в предметной области и определение критериев эффективности ее решения

Индикатор 1. Идентификация, анализ и формализация проблемы

Индикатор 2. Формирование идей получения оптимального решения

Индикатор 3. Определение критериев эффективности решения.

Для более четкого восприятия схемы построения карты компетенции приведем еще один пример карты компетенции из стандарта CEN, которая в основных чертах следует методологии TUNING. В качестве такого примера возьмем карту компетенции C.1. «Поддержка пользователей».



ИКТ-компетенции Поправки на уровень	Знания Знает / Осведомлен о / Знаком с;	Навыки Способен;
<p>С.1. Поддержка пользователей</p> <p>Обрабатывает заявки и запросы пользователей; учитывает необходимую информацию.</p> <p>Разрешает и контролирует инциденты, оптимизирует работу системы.</p> <p>Контролирует результаты работы, решения и обеспечивает высокое качество обслуживания клиентов.</p>	<p>К1 приложениями, которые используют пользователи</p> <p>К2 структурами баз данных и организацией контента</p> <p>К3 процедурами пересылки запросов в рамках предприятия</p> <p>К4 методами распространения программных продуктов и процедурами устранения неисправностей приложений и методологией передачи файлов, применимыми для устранения неисправностей программного обеспечения</p> <p>К5 источниками информации для перспективных решений</p>	<p>S1 эффективно взаимодействовать с пользователем для выявления признаков неисправностей</p> <p>S2 анализировать признаки неисправностей в целях категоризации ошибок или технических неисправностей;</p> <p>S3 разворачивать инструментальные средства поддержки для регулярного отслеживания источников ошибок или технических неисправностей;</p> <p>S4 четко взаимодействовать с пользователями и предоставлять инструкции по разрешению запросов</p> <p>S5 регистрировать и кодировать запросы в целях совершенствования и повышения надежности интерактивных средств поддержки</p>
<p>Уровень 1 - Постоянно взаимодействует с пользователями, использует знания и навыки работы с ИТ-приложениями для обработки заявок и запросов пользователей.</p> <p>Разрешает простые инциденты, соблюдает предписанные процедуры.</p>		
<p>Уровень 2 - Регулярно изучает проблемы пользователей, определяя решения и оценивая возможные побочные эффекты.</p> <p>Применяет ранее приобретенный опыт для идентификации проблем и ищет потенциальные решения в базах данных.</p> <p>Эскалирует комплексные или неразрешенные инциденты техническим экспертам.</p>		

Документирует и отслеживает процедуры поддержки пользователей с момента получения заявки до ее разрешения.		
<p>Уровень 3 – Управляет процессом поддержки и отвечает за согласованный уровень обеспечения качества предоставляемых услуг.</p> <p>Распределяет ресурсы с учетом определенного уровня качества.</p> <p>Действует творчески и осуществляет поиск возможностей для непрерывного совершенствования процесса оказания услуг путем анализа основных процессов.</p> <p>Управляет бюджетом услуг по поддержке функционала.</p>		

Построим, следуя технологии TUNING, пример построения карты профессиональной компетенции «Способность понимать концепции и использовать на практике базовые математические дисциплины», входящей составной частью в ПКЗ и в s-11.

Для этой компетенции выделяются четыре индикатора.

1. Знает основы математических дисциплин.
2. Умеет доказывать математические утверждения.
3. Умеет решать математические задачи.
4. Владеет профессиональным языком предметной области знания.

В соответствии с требованиями стандарта рассматриваются три уровня мастерства:

- уровень технической грамотности;
- уровень понимания концепций, способности их использования;
- уровень повышенных способностей.

Для каждого уровня содержательная часть индикаторов раскрывается по-разному. Содержание индикаторов для разных уровней приводится в следующей таблице.

Уровни сформированности компетенции	Индикаторы	Основные признаки уровня
Уровень технической грамотности	Знает основы математических дисциплин	дает определения основных понятий
		воспроизводит основные математические факты, идеи

		распознает математические объекты
		понимает связи между различными математическими понятиями
	Умеет доказывать математические утверждения	умеет корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания
	Умеет решать математические задачи	знает основные методы решения типовых задач и умеет их применять на практике
	Владеет профессиональным языком предметной области	владеет терминологией предметной области знания
		интерпретирует знания предметной области
<b>Уровень понимания концепций, способности их использования:</b>	Знает основы математических дисциплин	дает определения основных понятий
		воспроизводит основные математические факты, идеи
		распознает математические объекты
		понимает связи между различными математическими понятиями
		имеет представление о математических структурах
		имеет представление об основных математических методах (аксиоматический, метод математического моделирования)
	Умеет доказывать математические утверждения	применяет основные методы доказательства утверждений (от противного, математической индукции и др.)
		умеет корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания
		демонстрирует доказательства теорем и объясняет их ход
	Умеет решать математические задачи	знает основные методы решения типовых задач и умеет их применять на практике
		аргументирует выбор метода решения задачи; составляет план решения задачи
		графически иллюстрирует задачу
		оценивает достоверность полученного решения задачи
	Владеет профессиональным языком предметной области	владеет терминологией предметной области знания
		способен корректно представить знания в математической форме

		владеет разными способами представления математической информации (аналитическим, графическим, символическим, словесным и др.)
		интерпретирует знания предметной области
<b>Повышенный уровень</b>	Знает основы математических дисциплин	понимает широту и ограниченность применения математики к исследованию процессов и явлений в природе и обществе
		устанавливает связи между математическими идеями, теориями, дисциплинами и т.д.
		оценивает математическую корректность различной информации в СМИ, научно-популярной литературе и др.
	Умеет доказывать математические утверждения	понимает границы использования математических методов
		выделяет главные смысловые аспекты в доказательстве
		распознает ошибки в рассуждениях
		понимает различие требований, предъявляемых к доказательствам в математике, естественных, социально-экономических и гуманитарных науках, на практике
	Умеет решать математические задачи	применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях
		разрабатывает математические модели реальных процессов и ситуаций
		оценивает различные методы решения задачи и выбирает оптимальный метод
		применяет компьютерные математические программы при решении задач
	Владеет профессиональным языком предметной области	корректно переводит информацию с одного математического языка на другой
		критически осмысливает полученные знания
		способен проявить математическую компетентность в различных ситуациях (работа в междисциплинарной команде)
		способен передавать результат проведенных исследований в виде конкретных рекомендаций в терминах предметной области знания

После этого степень освоения для каждого индикатора оценивается по пяти определенным выше дескрипторам в соответствии с уровнем, например:

Уровень технической грамотности

Индикатор – Знает основы математических дисциплин

Признак – дает определения основных понятий

Дескриптор 1	Дескриптор 2	Дескриптор 3	Дескриптор 4	Дескриптор 5
Не дает определения основных математических понятий, не знаком с основными	Дает определения не всех основных математических понятий, допускает	Дает определения основных математических понятий с ошибками, не	Дает определения основных математических понятий с небольшими по-	Дает безошибочное определение всех математических понятий, видит

ми математическими понятиями	грубые ошибки при их определении	имеющими решающего значения для восприятия смысла понятия	грешностями	взаимосвязь между ними, демонстрирует знакомство с второстепенными понятиями
------------------------------	----------------------------------	---	-------------	--

Заполнив подобную таблицу по всем индикаторам, признакам и уровням, получим полную карту компетенции. Студенты должны быть заранее ознакомлены с картой компетенций и расшифровкой дескрипторов по уровням, чтобы быть готовыми к отчету по освоению каждой компетенции и понимать критерии ее освоения.

### **3. МОДУЛЬНЫЙ ПОДХОД**

#### **3.1. Понятие модуля образовательной программы**

Содержание компетенции, которые планируется формировать в процессе обучения в вузе, определяет состав дисциплин и содержание их программ, но это не является автоматической процедурой. Требуется специальная работа, в ходе которой будет дан ответ на вопрос: в рамках изучения каких дисциплин и в реализации каких видов практической деятельности будут осваиваться компоненты каждой компетенции?

Для реализации компетентностного подхода к обучению необходима особая методика построения учебного плана и основной образовательной программы, рекомендуемая проектом TUNING, – модульный подход. Дело в том, что компетенции формируются у студента в процессе обучения, когда услышанное на лекции анализируется на семинарских занятиях, проверяется в ходе текущей аттестации, отрабатывается на практике и т.п. Таким образом, за их формирование отвечают самые разные виды учебной работы. Совокупность всех видов учебной работы, формирующая определенную компетенцию (или группу родственных компетенций) составляет модуль образовательной программы. Вот почему ООП, нацеленные на формирование компетенций, **имеют модульную структуру**. Иными словами, они представляют собой не просто перечни теоретических дисциплин и практических курсов, но сопоставимые по объему группы **модулей** – имеющих внутреннюю логику частей, отвечающих за формирование той или иной компетенции или группы родственных **компетенций**.

Переход к модульной организации ООП значительно затрудняет отсутствие единого общепринятого определения понятия «модуль». Тем не менее, во всех разнообразных определениях можно выделить инвариантные составляющие. Модуль - это блок информации, включающий в себя логически завершённую единицу учебного материала, целевую программу действий и методическое руководство, обеспечивающие достижение поставленных целей.

Методические рекомендации по модульной структуре образовательных программ имеются также в материалах проекта TUNING. В глоссарии содержащей отчет по проекту брошюры «Настройка образовательных систем в Европе - Вклад университетов в Болонский процесс» дается следующее понимание термина *модуль (Module)*: «Термин, который в разных странах интерпретируется по-разному. В некоторых странах модуль приравнивается к курсовой единице, в других понимается как группа курсовых единиц». Понятие *курсовая единица (Course Unit)* в глоссарии определяется как: «автономная, формально структурированная единица обучения. В состав курсовой единицы должен входить комплекс взаимосвязанных и подробно описанных результатов обучения, которые должны быть достигнуты в ходе курса, а также набор адекватных критериев оценки. Результаты обучения при этом определяются в терминах компетенций. Курсовые единицы наряду с диссертацией и иногда стажировкой составляют стандартные структурные элементы программы».

Таким образом, модуль - это относительно самостоятельная (логически завершённая) часть образовательной программы отвечающая за формирование

определенной компетенции или группы родственных компетенций, трудозатраты на освоение которой исчисляются в кредитных единицах. **Модульная образовательная программа** - совокупность и последовательность модулей, направленная на овладение компетенциями, необходимыми для присвоения определенной квалификации.

Модули можно представить как логически последовательные фрагменты программы обучения по конкретным областям или дисциплинам. Обычно модуль предусматривает наличие следующих компонентов:

- описание целей и задач, относящихся к содержанию;
- описание результатов обучения (знания, навыки, переносимые компетенции);
- стратегии преподавания/обучения, ситуации и культуры обучения;
- процедуры оценивания/аттестации;
- описание учебной нагрузки студентов;
- вступительные требования.

Целью освоения образовательной программы является приобретение студентом определенных компетенций, средством их формирования - модуль как самостоятельная единица ООП.

Исходя из этого понимания, структуру образовательных программ в методологии TUNING формируют единицы, позволяющие оптимально распределить учебную нагрузку студентов по различным фазам обучения. Освоение каждого модуля завершается оценкой его результатов (в терминологии отечественного ВПО рубежной аттестацией).

С каждым входящим в образовательную программу модулем должны быть соотнесены определенные результаты (приобретенные знания и навыки), к которым ведет его изучение. И наоборот, при характеристике общих результатов обучения по программе важно четко показать, с какими именно модулями связана выработка тех или иных компетенций.

Методология TUNING направлена, прежде всего, на то, чтобы последовательность и логическая взаимосвязь модулей была максимально понятна любому студенту и потенциальному работодателю. Вот почему так важно правильно соотнести модули с соответствующими компетенциями. Следует стремиться к тому, чтобы, с одной стороны, освоение модуля способствовало формированию одной компетенции или группы родственных компетенций, а с другой - если в рамки модуля дисциплина не укладывается полностью, то в модуле должен присутствовать более или менее самостоятельный по целям и результатам обучения раздел курса так, чтобы по итогам освоения модуля можно было провести соответствующую аттестацию.

### **3.2. Система учебных модулей в области ИКТ**

Как уже говорилось, методологи TUNING предполагает разбиение всего множества дисциплин, практик и аттестаций учебного плана на группы, близкие по содержанию, целям и результатам освоения – модули. Безусловно, в таком разделении существенную роль играют изучаемые области зна-

ний. Так например, в университете Деусто г. Бильбао (Испания) на отделении Computer Engeneerig выделяются следующие области знания для обучения студентов:

- Статистика и математика
- Языки программирования
- Базы данных
- Интеллектуальные системы
- Программная инженерия
- Компьютерные сети
- Микропроцессоры и электроника
- Бизнес-управление
- Воспитание человеческих ценностей

Группой SAG ИКТ был предложен следующий перечень модулей для построения ООП образовательных направлений в сфере информационных технологий:

- Математика (M)
- Математические основы информатики (MBI)
- Физика и электроника (PE)
- Программирование (P)
- Сетевые технологии (NT)
- Операционные системы (OS)
- Программная инженерия (SE)
- Архитектура вычислительных систем (CA)
- Информационные системы (базы данных) (IS)

Следуя методологии TUNING, можно выделить набор модулей для формирования ООП бакалавра по направлению «Фундаментальная информатика и информационные технологии» факультета ВМК ННГУ с примерным перечнем дисциплин, образующих данный модуль

1. Математика.

теория функций комплексной переменной;  
математический анализ I;  
математический анализ II;  
кратные интегралы и ряды;  
алгебра и геометрия;  
дифференциальные уравнения;  
теория вероятностей и математическая статистика;  
функциональный анализ;  
вычислительные методы;  
методы оптимизации и исследование операций;

2. Математические основы информатики

дискретная математика;  
математическая логика и теория алгоритмов;  
теория автоматов и формальных языков;  
теория информации;



- алгоритмы и анализ сложности,
3. Физика и естествознание  
физика
  4. Программирование  
языки программирования,  
объектно-ориентированное и компонентно-базированное программирование;  
компьютерная графика и технологии мультимедиа;  
основы программирования;  
параллельные и распределенные вычисления;  
моделирование, анализ и разработка прикладного программного обеспечения в областях геоинформатики, систем автоматизации проектирования, средств мобильной связи, биоинформатики, систем искусственного интеллекта, информационных систем в государственной деятельности, юриспруденции и др.
  5. Сетевые технологии  
разработка и принципы сетевых технологий;
  6. Операционные системы  
разработка и принципы организации операционных систем;  
системное администрирование, конфигурирование и использование операционных систем
  7. Программная инженерия
  8. Архитектура вычислительных систем
  9. Информационные системы (Базы данных)  
теоретические основы, проектирование и использование баз данных и информационных систем;  
интеллектуальные системы,
  10. Социально-гуманитарный и экономический цикл  
иностраный язык (английский)  
история Отечества  
философия  
социальные и этические вопросы информационных технологий  
безопасность жизнедеятельности.  
концепции современного естествознания  
философская и математическая логика  
информация в современном обществе
  11. Физическая культура  
физическая культура

### **3.3. Матрица компетенций**

Составление перечня учебных дисциплин (модулей) образовательной программы и видов практической деятельности, в которые будут включаться студенты в процессе обучения – второй и очень важный шаг проектирования содержания программы.

На этапе сопоставления модулей образовательных программ и перечня компетенций проект TUNING рекомендует использовать матрицы формирования общекультурных и профессиональных компетенций при освоении обучающимися основной образовательной программы (далее – Матрицы компетенций).

Составление матриц позволяет отделить формирование каждой из заявленных в ООП компетенций: какие именно дисциплины, модули, практики, виды промежуточной и итоговой аттестации работают на формирование каждой общекультурной и профессиональной компетенции (или ее элементов). Матрицы компетенций дают возможность осуществлять механизм «обратной связи» при проектировании и дальнейшем обновлении содержания рабочих программ дисциплин (модулей) и практик в соответствии с целями ООП, традициями вуза и рекомендациями работодателей.

В дальнейшем матрицы компетенций могут быть полезны вузам как для процедур самообследования, так и для процедур внешней оценки качества образовательных программ.

Группой SAG ИКТ была построена в качестве примера матрица компетенций для построения основной образовательной программы в области информационно-коммуникационных технологий. При этом использовались перечень рекомендованных компетенций (10 общих и 10 специальных) и выделенные модули образовательной программы. Обозначения компетенций и модулей соответствуют приведенным выше спискам SAG ИКТ. Крестиком отмечается формирование данной компетенции при изучении указанного модуля.

Компетенции	M	MBI	PE	P	NT	OS	SE	CA	IS
g-1	x	x		x			x		x
g-2				x			x		x
g-6				x	x	x	x		x
g-9				x	x		x		x
g-22				x	x		x		x
g-26					x	x	x		x
g-29							x		x
g-5							x		x
g-7					x		x		x
g-10							x		x
s-1	x	x					x		x
s-2							x		x
s-3				x			x		x
s-4					x	x	x	x	x
s-5		x		x			x	x	x
s-6		x					x		x
s-8		x			x	x	x	x	x
s-7					x		x	x	x
s-10							x		x
s-11	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Используя указанный подход, можно построить матрицу компетенций для ООП бакалавра Нижегородского госуниверситета по направлению «Фундаментальная информатика и информационные технологии». В матрицу компетенций кроме модулей учебного плана внесены производственная практика (ПП) и итоговая государственная аттестация (ИГА), что также соответствует подходу TUNING. Нумерация модулей соответствует приведенному выше списку.

Компетенции	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	ПП	ИГА
ОК1	x	x								x		x	x
ОК2	x			x						x	x	x	x
ОК3											x		
ПК1	x	x								x			x
ПК2	x			x	x	x	x	x	x	x		x	x
ПК3	x	x	x										x
ПК4				x	x	x	x	x	x			x	x
ПК5	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x
ПК6							x		x	x		x	x
ПК7							x		x	x		x	x
ПК8	x	x					x			x		x	x
ПК9				x	x	x	x	x	x			x	x

### 3.4. Состав дисциплин

На третьем шаге проектирования содержания образовательной программы определяется состав учебных тем по каждой дисциплине, изучение которых необходимо для формирования планируемых компетенций. В ходе решения этой задачи, по каждому пункту содержания компетенции определяется, в рамках изучения какой дисциплины и какой учебной темы будет осваиваться соответствующие знания, в каких формах занятий будут осваиваться соответствующие навыки, какие именно компетенции формируют отдельные дисциплины каждого модуля, и какие именно индикаторы соответствуют каждой дисциплине.

Это можно показать на примере уже рассмотренной выше компетенции ПК3.

**Названия учебных дисциплин, курсов, модулей, практик (или их разделов), планируемых для включения в учебный план ООП ВПО для формирования компетенции «Способность понимать концепции и использовать на практике базовые математические дисциплины»:** математический анализ I; математический анализ II; кратные интегралы и ряды; теория функций комплексной переменной; алгебра и геометрия; дифференциальные уравнения; теория вероятностей и математическая статистика; функциональный анализ; дискретная математика; математическая логика и теория алгоритмов; теория автоматов и формальных языков; вычислительные методы; методы оптимизации и исследование операций; производственная практика, итоговая государственная аттестация

№№ п/п	Индикаторы	Названия учебных дисциплин, курсов, модулей, практик (или их разделы), планируемых для включения в учебный план ООП ВПО
1	Знание основ математических дисциплин	математический анализ I; математический анализ II; кратные интегралы и ряды; теория функций комплексной переменной; алгебра и геометрия; дифференциальные уравнения; теория вероятностей и математическая статистика; функциональный анализ; дискретная математика; математическая логика и теория алгоритмов; теория автоматов и формальных языков; вычислительные методы; методы оптимизации и исследование операций
2	Умение доказывать математические утверждения	математический анализ I; математический анализ II; кратные интегралы и ряды; теория функций комплексной переменной; алгебра и геометрия; дифференциальные уравнения; теория вероятностей и математическая статистика; функциональный анализ; дискретная математика; математическая логика и теория алгоритмов; методы оптимизации и исследование операций;
3	Умение решать математические задачи	математический анализ I; математический анализ II; кратные интегралы и ряды; теория функций комплексной переменной; алгебра и геометрия; дифференциальные уравнения; теория вероятностей и математическая статистика; функциональный анализ; дискретная математика; математическая логика и теория алгоритмов; вычислительные методы; методы оптимизации и исследование операций; производственная практика, итоговая государственная аттестация
4	Владение профессиональным языком предметной области	математический анализ I; математический анализ II; кратные интегралы и ряды; теория функций комплексной переменной; алгебра и геометрия; дифференциальные уравнения; теория вероятностей и математическая статистика; функциональный анализ; дискретная математика; математическая логика и теория алгоритмов; теория автоматов и формальных языков; вычислительные методы; методы оптимизации и исследование операций; производственная практика, итоговая государственная аттестация

## 4. ИСЧИСЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ

### 4.1. Единая система определения трудоемкости

Для того, чтобы стало возможным соотносить объемы трудозатрат на освоение отдельных модулей или целых учебных программ, реализуемых в разных образовательных учреждениях, вводится единая система учета в так называемых **кредитах** – на сегодня это ECTS (European Credit System – Европейская система перевода и накопления кредитов). Российский аналог термина, использующийся, в частности, во ФГОС – **зачетные единицы**. Таким образом, кредиты (зачетные единицы), начисляемые за освоение каждого модуля образуют систему учета трудоемкости обучения.

В основе ECTS лежат следующие договоренности, принятые всеми университетами, использующими эту систему:

- Кредиты ECTS основаны на ожидаемых результатах обучения и трудоемкости учебной нагрузки студентов, необходимых для их достижения.
- *Результаты обучения* описывают то, что учащийся, как ожидается, будет знать, понимать или в состоянии сделать после успешного завершения процесса обучения. Они относятся к определителям уровня в национальных, региональных и европейских структурах квалификаций.
- *Трудоемкость учебной нагрузки* соответствует времени, необходимом *среднему студенту* по всем формам обучения (лекции, семинары, практические занятия, лабораторные работы, экзамены, самостоятельные исследования и т.д.) для достижения ожидаемых результатов обучения. Кредиты соответствуют результатам обучения и трудоемкости учебной нагрузки в течение академического года по очной (дневной форме) обучения.

Кредиты распределены по всем квалификациям или программам обучения, так же как по их образовательным компонентам (модуль, блок дисциплин, работа над диссертацией, лабораторная работы, курсовой проект и т.д.). Число кредитов, приписываемых каждому компоненту, соответствует его «весу» в терминах трудоемкости учебной нагрузки студента для достижения результатов обучения. Кредиты предоставляются студентам после завершения формальной программы обучения (или по отдельному модулю) и получения ими положительной оценки ожидаемых результатов обучения.

Кредиты могут накапливаться для получения студентом соответствующей квалификации, присваиваемой вузом.

- Кредиты, полученные в одной программе, могут быть переданы в другую программу. Эта программа может быть предложена любым другим вузом. Указанная передача кредитов может быть произведена, если ответственный персонал вуза признает кредиты, полученные студентом в другом месте. Вуз должен заранее дать согласие на признание сроков обучения за границей.

- Передача и накопление кредитов облегчаются с помощью Основных документов ECTS (Каталога курсов, Анкеты-заявления студента, Договора на обучение и Записей оценок, также как и Европейским Приложением к диплому).

Рекомендации, согласованные для Европейского пространства высшего образования в рамках европейского проекта TUNING, допускают возможные отклонения от усредненных показателей учебной нагрузки и продолжительности обучения:

- продолжительность учебного года: 34-40 недель;
- один кредит: 25-30 часов учебной нагрузки;
- недельная учебная нагрузка студента: 40-42 часа.

#### **4.2. Российские подходы к определению зачетных единиц**

Одной из важнейших особенностей вводимых в систему высшего профессионального образования образовательных стандартов третьего поколения является использование зачетных единиц в качестве меры трудоемкости образовательных программ. Показатели трудоемкости образовательных программ в целом, трудоемкости циклов учебных дисциплин заданы в новых стандартах в зачетных единицах (далее -з.е. или кредит).

Несмотря на то, что Россия официально присоединилась к Болонскому процессу только в сентябре 2003 года, реальные шаги в этом направлении Министерство образования РФ и ряд вузов предпринимали и ранее.

В качестве первой попытки адаптировать российские образовательные стандарты к зарубежной практике следует рассматривать расчет трудоемкости основных, образовательных программ высшего профессионального образования в зачетных единицах, в основу которого была заложена Европейская система переводных кредитов (ECTS).

В 2002 году Министерство образования РФ утвердило Методику расчета трудоемкости основных образовательных программ высшего профессионального образования в зачетных единицах, которая регламентировала следующие основные позиции:

- одна з.е. соответствует 36 часам общей трудоемкости продолжительностью по 45 минут (или 27 астрономическим часам);

- максимальный объем учебной нагрузки студента в соответствии с действующими государственными образовательными стандартами высшего профессионального образования в неделю составляет 54 академических часа, то есть 1,5 з.е.;

- расчет трудоемкости дисциплины в кредитах производится исходя из деления ее трудоемкости в академических часах с округлением до 0,5 по установленным правилам. Зачет по дисциплине и трудоемкость курсовых проектов (работ) входят в общую трудоемкость дисциплины в з.е.; одна неделя практики выражается 1,5 з.е.; один семестровый экзамен выражается 1 з.е. (3 дня подготовки и 1 день на экзамен);

- для основных образовательных программ, в которых в трудоемкость дисциплины в часах включена трудоемкость промежуточных аттестаций, расчет трудоемкости дисциплины в кредитах производится, исходя из деления ее трудоемкости в академических часах на 36 с округлением до 0,5 по установленным правилам без выделения 1 з.е. на экзамен; трудоемкость итоговой аттестации

рассчитывается исходя из количества отведенных на нее недель: 1 неделя соответствует 1,5 кредита.

В СУОС Нижегородского государственного университета им. Н.И.Лобачевского по направлению «Фундаментальная информатика и информационные технологии» дается следующее определение зачетной единицы:

«Зачетная единица – унифицированная единица измерения трудоемкости основной образовательной программы; учитывает все виды деятельности обучающегося, предусмотренные учебным планом: аудиторную и самостоятельную работу, стажировки, практики, текущую и промежуточную аттестацию и т. п.; одна зачетная единица соответствует примерно 36 академическим часам».

### **4.3. Мониторинг трудозатрат**

На четвертом шаге формирования ООП определяется удельный вес (доля) каждой дисциплины, модуля, практики, НИР. ИГА в образовательной программе в целом – то есть проводится распределение зачетных единиц по всей ООП.

Необходимо распределить заданную в стандартах суммарную трудоемкость программы и циклов дисциплин в зач.ед. по отдельным дисциплинам (модулям). Приступая к разработке учебных программ по дисциплинам, для каждой из них надо будет определить эквивалент её трудоемкости в академических часах учебной нагрузки студентов и в соответствии с ней распределить фонд часов каждой дисциплины между аудиторными часами и часами самостоятельной работы студентов, выделить необходимое время на мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и т.д.

Для адекватного распределения нагрузки нужен мониторинг трудоемкости всех дисциплин. Особую сложность вызывает хронометраж самостоятельной работы студента. Методология TUNING рекомендует провести его путем анкетирования.

Можно предложить следующий вариант анкеты для студента

1. Сколько предметов изучалось в семестре?
2. Расположите эти предметы по убыванию затрат времени на подготовку к ним.
3. Расположите предметы по убыванию затрат времени на подготовку к зачету по ним.
4. Расположите предметы по убыванию затрат времени на подготовку к экзамену по ним.
5. Готовитесь ли Вы в течение семестра к лекциям по каким либо предметам (повторяете материал лекций дома, изучаете дополнительную литературу)? Если да, то укажите, по каким предметам.
6. Сколько времени в неделю занимает подготовка к лекциям по отдельным предметам?  
Предмет; 1-2 часа; 3-5 часов; 6 часов и больше.
7. По каким предметам регулярно задаются домашние задания?

8. Сколько времени в неделю уходит на подготовку домашних заданий по каждому предмету  
Предмет; 1-2 часа; 3-5 часов; 6 часов и больше.
9. По каким предметам в семестре проводились аудиторные контрольные работы?
10. Сколько аудиторных контрольных работ проводилось по каждому предмету?
11. Сколько времени в часах в среднем Вы тратили на подготовку к одной аудиторной контрольной работе по каждому предмету?  
Предмет; 1-2 часа; 3-5 часов; 6-10 часов; более 10 часов.
12. По каким предметам в семестре проводились домашние контрольные/самостоятельные работы?
13. Сколько домашних контрольных/самостоятельных работ проводилось по каждому предмету?
14. Сколько времени в часах в среднем Вы тратили на подготовку к одной контрольной/самостоятельной работы по каждому предмету?  
Предмет; 1-2 часа; 3-5 часов; 6-10 часов; 10-14 часов; 15-20 часов; 20-25 часов; 25-30 часов.
15. По каким предметам проводились лабораторные/курсовые работы?
16. Сколько лабораторных/курсовых работ проводилось по каждому предмету?
17. Сколько времени в часах в среднем Вы тратили на подготовку к одной лабораторной/курсовой работе по каждому предмету?  
Предмет; 1-2 часа; 3-5 часов; 6-10 часов; 10-14 часов; 15-20 часов; 20-25 часов; 25-30 часов.
18. По каким предметам в семестре задавалась подготовка рефератов/докладов/литературных обзоров?
19. Сколько рефератов/докладов/литературных обзоров задавалось по каждому предмету?
20. Сколько времени в часах в среднем Вы тратили на подготовку одного реферата/доклада/литературного обзора по каждому предмету?  
Предмет; 1-2 часа; 3-5 часов; 6-10 часов; 10-14 часов; 15-20 часов; 20-25 часов; 25-30 часов.
21. Сколько часов в неделю в среднем Вы тратите на подготовку к занятиям?
22. Хватает ли времени на подготовку к занятиям?
23. Как, по-вашему, есть ли предметы, задания на самостоятельную работу по которым превышают разумный уровень трудозатрат?
24. Как, по-вашему, есть ли предметы, самостоятельная работа по которым недостаточна?
25. Удовлетворяет ли Вас уровень организации самостоятельной работы со стороны преподавателя по каждому предмету (равномерность и последовательность заданий, рекомендуемые источники, консультации, исходные материалы,



методические рекомендации, лабораторное оборудование, программное обеспечение)?

26. Что из перечисленного списка и по каким предметам следует изменить для повышения уровня организации самостоятельной работы?

27. Удовлетворяет ли Вас степень контроля самостоятельной работы (сроки контроля, формы контроля)?

28. Знаете ли Вы заранее требования, по которым оценивается Ваша самостоятельная работа?

29. Понимаете ли Вы цели выполнения самостоятельной работы?

В результате проведения анкетирования после обработки данных можно вычислить, сколько времени в среднем уходит у среднего студента на самостоятельную работу по каждому предмету. Эти данные целесообразно сопоставить с результатами независимого опроса преподавателей, – на какой объем часов рассчитывается самостоятельная работа, которую они предлагают студентам по каждому предмету.

На основе полученных данных нужно спланировать распределение времени основной образовательной программы по отдельным дисциплинам и, если нужно, внести коррективы в организацию самостоятельной работы.

## **5. ФОРМИРОВАНИЕ УЧЕБНОГО ПЛАНА**

### **5.1. Формирование программ конкретных дисциплин**

На пятом шаге разработки ООП необходимо определить последовательность освоения дисциплин (модулей) и реальное наполнение (в часах аудиторной, самостоятельной работы студента, включающих все формы текущего контроля и промежуточной аттестации) каждого модуля, дисциплины, практики и т.д., то есть составить базовый учебный план.

На шестом шаге определить для каждой дисциплины (модуля) применяемую образовательную технологию. Сформировать Рабочую программу каждого модуля (дисциплины и практики), спроектировать самостоятельную работу студента, создать обеспечение самостоятельной работы студента (включая материалы для текущего контроля успеваемости), создать фонды оценочных средств для промежуточной аттестации по данному модулю (дисциплине).

При формировании образовательных программ отдельных дисциплин необходимо:

1. Сформулировать цели изучения дисциплины. Цели отдельных дисциплин должны соотноситься с целями ООП.

2. Определить место дисциплины в структуре ООП. При этом указывается цикл (раздел) ООП, к которому относится данная дисциплина (модуль). Дается описание логической и содержательно-методической взаимосвязи с другими частями ООП (дисциплинами, модулями, практиками). Указываются требования к «входным» знаниям, умениям и готовностям обучающегося, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин (модулей). Указываются те теоретические дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее.

3. Определить компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля). Если в результате освоения дисциплины (модуля) формируется та или иная компетенция (-ции) целиком, то указывается название (-ния) соответствующей (-их) компетенции (-ий). Если в результате освоения дисциплины (модуля) формируется только часть той или иной компетенции, то это указывается и дополнительно раскрываются компоненты формируемой компетенции в виде знаний, умений, владений.

4. Определить структуру и содержание дисциплины (модуля): общую трудоемкость, распределение трудоемкости по разделам дисциплины, семестрам обучения и видам работы, формы текущего контроля и промежуточной аттестации. В соответствии с Типовым положением о вузе к видам учебной работы отнесены: лекции, консультации, семинары, практические занятия, лабораторные работы, контрольные работы, коллоквиумы, самостоятельные работы, научно-исследовательская работа, практики, курсовое проектирование (курсовая работа). Высшее учебное заведение может устанавливать другие виды учебных занятий.

5. Определить образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной работы. Реализация компетентностного

подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

6. Определить учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов, оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины. Приводятся виды самостоятельной работы обучающегося, порядок их выполнения и контроля, дается учебно-методическое обеспечение (возможно в виде ссылок) самостоятельной работы по отдельным разделам дисциплины. Указываются темы эссе, рефератов, курсовых работ и др. Приводятся контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины. В критериях оценок должны учитываться уровни сформированности компетенций, на которые направлена данная дисциплина.

7. Определить учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля): основную литературу, дополнительную литературу, программное обеспечение и Интернет-ресурсы.

8. Определить материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).

Приведем в качестве примера программу курса «Математическое моделирование процессов отбора» из ООП бакалавра по направлению «Фундаментальная информатика и информационные технологии», реализуемой в Нижегородском государственном университете им. Н.И.Лобачевского. Этот курс прошел апробацию на кафедре численного и функционального анализа факультета вычислительной математики и кибернетики ННГУ в виде дисциплины по выбору студента. Статистика выбора ее в качестве отчетной подтверждает ее актуальность для подготовки студентов.

## **Рабочая программа дисциплины «Математические модели процессов отбора»**

### **1. Цели и задачи освоения дисциплины**

Процессы отбора встречаются в самых разных предметных областях: физике, химии, биологии, экономике. Они составляют неотъемлемый элемент целесообразной человеческой деятельности, лежат в основе процессов распознавания образов, адаптации, обучения, процедур выбора и оптимизации. Они составляют фундамент успешного функционирования любой информационной системы. Несмотря на различие областей, модели отбора обладают несомненным единством, используют единый математический аппарат. Знание и успешное применение методов анализа таких моделей необходимо для разработки для интеллектуальных систем, экспертных систем, сис-

тем массового обслуживания, самообучающихся систем и т. п.

Изучение теории отбора актуально при подготовке бакалавров информационных технологий, поскольку она дает единый новый взгляд на процессы адаптации, обучения, распознавания образов, передачи и хранения информации, генетические алгоритмы оптимизации, лежащие в основе современных компьютерных средств и информационных систем, в частности, экспертных систем.

С целью повышения эффективности образовательной деятельности и сближения учебных программ с новейшими разработками науки в основную образовательную программу подготовки бакалавров по направлению «Фундаментальная информатика и информационные технологии» на факультете ВМК ННГУ включается дисциплина "Математическое моделирование процессов отбора".

Цель дисциплины состоит в том, чтобы сформировать у обучающихся четкое понимание основных концепций и парадигм процессов отбора, их фундаментального значения в функционировании информационных систем всех уровней, дать знания методов анализа таких систем, привить навыки практического применения результатов такого анализа при разработке реальных информационных систем. Научить использовать основные законы процессов отбора при создании систем адаптации, обучения, оптимизации, поиска и выбора оптимальной стратегии.

Дисциплина ориентирована на формирование у студентов представления о методах построения и средствах анализа математических моделей процессов отбора и выбора.

Преподавание дисциплины направлено на решение следующих задач обучения:

- развитие навыков построения математических моделей в виде систем дифференциальных уравнений на единичном симплексе;
- изучение методов анализа систем дифференциальных уравнений на единичном симплексе;
- приобретение умений применять изученные методы для анализа моделей реальных процессов;
- приобретение умений анализа системы критериев поведения реальной системы; умений находить математическое выражение о ее эффективном функционировании
- освоение методов решения поставленной оптимизационной задачи
- приобретение умений анализа функционирование информационной системы с точки зрения процессов отбора
- формирование навыков разработки информационных системы на основе процессов отбора.

Дисциплина дает навыки построения и исследования математических моделей в разных предметных областях, применения математических методов при разработке современных информационных технологий, а следовательно отвечают основным целям и задачам подготовки студентов по на-

правлению «Фундаментальная информатика и информационные технологии».

## **2. Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина «Математическое моделирование процессов отбора» разработана для студентов 3 курса, обучающихся по направлению «Фундаментальная информатика и информационные технологии» и читается в 5 и 6 семестрах обучения. Данная дисциплина входит в цикл математических и естественнонаучных дисциплин, относится к группе дисциплин, изучаемых по выбору студента. Она является составной частью модуля «Математика».

Учебный материал хорошо согласуется с учебным планом подготовки бакалавра по направлению «Фундаментальная информатика и информационные технологии». Эта дисциплина изучается на основе достигнутого уровня формирования компетенций при изучении базовых математических дисциплин – математического анализа I, математического анализа II, кратных интегралов и рядов, дифференциальных уравнений, геометрии и алгебры. Материал дисциплины связан с математическими курсами теории вероятностей и математической статистики, теории оптимизации, функциональным анализом, теорией игр и исследованием операций, а также с курсами концепций современного естествознания, экономики (модуль «Социально-экономический и гуманитарный цикл»), физики (модуль «Физика»), теории информации (модуль «Математические основы информации»), интеллектуальных систем (модуль «Информационные системы»). Важной особенностью курса является то обстоятельство, что его материал содержит большое количество примеров, которые могут быть использованы при изучении указанных дисциплин. Формирование компетенций, происходящее во время изучения данной дисциплины, приобретают окончательное завершение при прохождении производственной практики и в ходе итоговой государственной аттестации.

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)**

В рамках данной дисциплины углубляются следующие компетенции:

- владение общей культурой мышления, способность к восприятию, обобщению и анализу информации, **способность к абстрактному мышлению, анализу и синтезу (ОК1)**
  - способность научно анализировать социально значимые проблемы и процессы, умение использовать на практике знание гуманитарных наук в различных видах профессиональной и социальной деятельности

**Способность применять и развивать фундаментальные и междисциплинарные знания, включая математические и научные принципы, численные методы, средства (включая ПО, в соответствии с профилем подготовки) и нотации для успешного решения проблем:**

- способность понимать и применять на практике теорию информации как фундаментальную научную основу информационных технологий (ПК1)
  - способность понимать содержательную сторону информационных процессов, знать способы передачи, приёма, обработки, анализа и хранения информации;
- способность понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат и основные законы естествознания (ПК3)
  - способность понимать концепции и использовать на практике следующие базовые математические дисциплины:
    - на уровне углубленных знаний:
      - ✓ методы оптимизации и исследование операций;
  - детальное знание базовых алгоритмов и способность разработки алгоритмических решений в области системного и прикладного программирования, исследования математических, информационных и имитационных моделей по тематике выполняемых работ;
  - понимание концепций и способность использовать в профессиональной деятельности основные законы естественнонаучных дисциплин, в частности, физики.
- готовность к включению в профессиональное сообщество (ПК2)
  - способность приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии, осуществлять целенаправленный поиск информации о научных и технологических достижениях в сети Интернет и из других источников; **способность находить, обрабатывать и анализировать информацию из разных источников;**
    - **способность знать и понимать предметную область и профессию;**
    - **способность применять знания на практике.**
- способность к ведению научно-исследовательской деятельности (ПК5)
  - способность участвовать в составе научно-исследовательского коллектива в работе по развитию математического аппарата; необходимого для разработки новых информационных технологий
    - способность участвовать в разработке новых принципов и парадигм информационных технологий;
    - способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования подходов, решений и выводов по соответствующим научным и профессиональным проблемам.
- способность к ведению аналитической деятельности (ПК8)
  - способность к анализу требований и разработке вариантов реализации информационной системы; **способность анализировать предметную область, идентифицировать, классифицировать и описывать проблемы; находить методы и подходы к их решению; формировать требования**

Уровень освоения указанных компетенций в процессе изучения данной дисциплины - повышенный.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

##### 4.1 Структура дисциплины

№ п/п	Наименование дисциплины	Семестр	Объем учебной работы (в часах)						Вид итогового контроля	
			Всего	Всего аудит.	Из аудиторных					Сам. работа
					Лекции	Лаб/сем.	Практика	КСР.		
1	Математическое моделирование процессов отбора.		144	72	20	16	16	20	72	Зачет
		5	72	36	10	8	8	10	36	Зачет
		6	72	36	10	8	8	10	36	Зачет

##### 4.2 Содержание дисциплины

###### 4.2.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды аудиторной работы, и трудоемкость (в часах)				Самостоят. работа
			Лек.	Лаб./сем.	Пр.	КСР	
1.	Введение	5	2	2	2	2	10
2.	Системы дифференциальных уравнений на стандартном симплексе	5	4	3	3	4	13
3.	Условия отбора	5	4	3	3	4	13
4.	Оптимизация и отбор	6	5	4	4	5	18
5.	Модели передачи информации	6	5	4	4	5	18

#### 4.2.2 Содержание разделов дисциплины

**Аннотация курса.** Курс состоит из **пяти разделов**:

**В первом разделе**, который имеет вводный характер, даются предварительные сведения из области математического моделирования и теории дифференциальных уравнений. Вводятся понятия математической модели и динамической системы, устанавливается связь между динамической системой и системой обыкновенных дифференциальных уравнений.

**Во втором разделе** изучаются динамические системы с неотрицательными фазовыми координатами, доказывается критерий неотрицательности фазовых координат. Рассматривается важный пример таких систем - системы авторепродукции и их частный случай - системы с наследованием. Далее изучаются свойства систем на стандартном симплексе: доказывается критерий инвариантности стандартного симплекса относительно преобразования, определяемого системой дифференциальных уравнений; приводятся условия и методы преобразования системы дифференциальных уравнений к системе на стандартном симплексе; доказывается, что каждой такой системе можно поставить во взаимно однозначное соответствие вспомогательную однородную систему дифференциальных уравнений, при этом решение исходной системы выражается через решение вспомогательной посредством нормирующей замены. В качестве примера рассматриваются системы уравнений химической кинетики.

**Третий раздел** курса посвящен критериям отбора. Здесь выводятся необходимые и достаточные условия, при которых автономные и неавтономные системы на стандартном симплексе являются системами строгого или нестрогого отбора. Центральным результатом является интегральный критерий строгого отбора. Изучается связь между глобальной асимптотической устойчивостью состояния равновесия в вершине симплекса и строгим отбором. Рассматривается метод функции Ляпунова, с помощью которого определяются дополнительные достаточные условия наличия строгого отбора. Вводятся понятия энтропии, меры разнообразия и меры упорядоченности для систем на стандартном симплексе; выделяется класс систем, близких по своему поведению к системам строгого отбора.

**В четвертом разделе** курса изучается связь между процессами отбора и оптимизацией. Показывается, что любой процесс отбора задает некоторый порядок предпочтительности на множестве отбираемых элементов; что процессы выбора могут быть интерпретированы как процессы отбора. Рассматривается вопрос о том, как процесс выбора оптимальной стратегии можно интерпретировать с помощью процесса отбора. Рассматривается математическая постановка задачи оптимизации, обсуждается проблема соответствия формальной математической задачи оптимизации и реальной проблемы выбора нужной стратегии поведения. Дается формулировка критерия качества, отражающая востребованность решения на практике, частоту его использования. Формализуется критерий оптимальности для систем авторепродукции,



отражающий необходимость неограниченно долгого существования системы в рамках выбранной модели. Устанавливается связь введенного критерия с критерием отбора для подсистем, реализующих тот или иной способ поведения. Решаются задачи оптимального управления по указанному критерию. Приводятся примеры определения конкурентоспособности товаров, приспособленности биологических видов.

Заключительный **пятый раздел** курса посвящен процессам передачи информации. Процесс хранения и передачи информации рассматривается как частный случай системы ауторепродукции, сохранение того или иного вида информации - как процесс отбора для соответствующей подсистемы ауторепродукции, критерий сохранения информации - как критерий отбора. Обсуждаются математические аспекты этого критерия в особых случаях.

**1. Введение.** Общее понятие процесса отбора и выбора. Процессы отбора в разных предметных областях: биофизике, экономике, химии и т. п. Процессы выбора оптимального решения.

Понятие динамической системы, фазового пространства, фазового портрета, фазовой траектории. Сосредоточенные и распределенные системы. Требования к правым частям системы дифференциальных уравнений, разрешенных относительно первых производных, описывающих динамическую систему.

Инвариантность положительного октанта относительно дифференциального преобразования. Теорема о необходимых и достаточных условиях инвариантности положительного октанта. Примеры динамических систем с положительными фазовыми координатами.

Модели роста микроорганизмов, модель роста банковского капитала, модель Симона Стевина. Системы с наследованием.

**2. Системы дифференциальных уравнений на стандартном симплексе - математическая основа построения моделей систем отбора.** Стандартный симплекс в конечномерном пространстве и его свойства. Инвариантность стандартного симплекса относительно дифференциального преобразования. Теорема о необходимых и достаточных условиях инвариантности стандартного симплекса. Примеры динамических систем с инвариантным симплексом.

Модель динамики биологической популяции с линейным интегральным типом лимитирования; модель производства в системе конкурирующих предприятий при выполнении гипотез Вальраса-Леонтьева.

Представление систем на стандартном симплексе. Примеры.

Сведение систем к системам на стандартном симплексе. Линейная замена. Условия приведения модели Вольтера-Лотки к системе на стандартном симплексе. Модель химической кинетики: закон сохранения массы, закон действующих масс, балансные уравнения, балансный многогранник. Нормирующая замена. Теорема о возможности применения нормирующей замены. Модель динамики удельных численно-

стей видов в биологической популяции. Модель динамики численности популяции при лимитировании по типу обратной связи. Степенная замена. Динамические системы на конечномерном шаре и других компактных множествах. Обобщенная модель Вольтера "хищник - жертвы". Проектирование симплекса.

Интегрирование систем на стандартном симплексе. Теоремы о выражении решения системы дифференциальных уравнений со специальной правой частью через решение вспомогательной однородной системы дифференциальных уравнений. Решение примеров.

**3. Условия отбора.** Понятие отбора в системе на стандартном симплексе. Строгий отбор и нестрогий отбор. Критерий отбора в системе размерности 2. Отбор в системах произвольной размерности. Достаточные условия отбора. Необходимые условия отбора. Интегральный критерий отбора. Следствия. Временное среднее. Необходимые и достаточные условия отбора для систем со специальной правой частью. Исследование моделей.

Устойчивость состояния равновесия в вершине симплекса. Устойчивость по Ляпунову, асимптотическая устойчивость. Связь устойчивости и отбора. Теоремы Ляпунова об устойчивости. Анализ уравнений химической кинетики методом функции Ляпунова. Функция Массье как функция Ляпунова. Связь метода функции Ляпунова со вторым началом термодинамики. Случай положения состояния равновесия на границе балансного многогранника.

Квазитермодинамические системы. Понятие энтропии и энтропийный анализ в системах на стандартном симплексе. Особенности понятия энтропии для систем на произвольном симплексе.

Системы близкие к системам отбора. Достаточные условия близости к системе отбора. Примеры. Модель динамики численности биологической популяции при наличии явления мутантности.

Возможные обобщения систем отбора. Разностные системы. Распределенные системы.

**4. Оптимизация и отбор.** Постановка оптимизационной задачи: множество альтернатив выбора и критерий качества. Условия корректности оптимизационной задачи. Существование и единственность решения. Критерий и порядок. Эквивалентность критериев. Проблемы определения критерия качества. Критерий существования для систем самовоспроизводящихся объектов. Эквивалентные выражения критерия существования. Выражение конкурентоспособности через свертку критериев. Исследование оптимизационных задач с критерием существования.

Задача оптимального управления системой на стандартном симплексе. Фазовые ограничения в виде равенств и неравенств. Методы решения таких систем. Принцип максимума Понтрягина. Принцип Беллмана. Необходимые условия оптимальности управления для систем на стандартном симплексе. Решение примеров.

Задачи оптимального управления при неограниченном времени управления. Применение свойств процессов отбора для исследования задач оптимального управления. Необходимые и достаточные условия достижения критерием существования абсолютного максимума при неограниченном времени управления. Решение примеров.

Возможные ошибки при выборе оптимального режима управления в зависимости от формулировки критерия качества

**5. Модели передачи информации.** Понятие информации, определения информации, модели информации. Количество информации. Связь информации и порядка. Формула Больцмана, формула Шенона. Свободная и связанная информация. Процессы передачи и хранения информации. Смысл информации. Модели передачи информации в популяциях постоянной численности, переменной численности, в условиях конкуренции. Процесс хранения и передачи информации рассматривается как частный случай системы ауторепродукции, сохранение того или иного вида информации - как процесс отбора для соответствующей подсистемы ауторепродукции, критерий сохранения информации - как критерий отбора. Обсуждаются математические аспекты этого критерия в особых случаях.

## **5. Образовательные технологии**

В процессе изучения дисциплины используются образовательные технологии в форме лекций, практических занятий, семинаров (проблемные, проектировочные, дискуссионные, тренинговые, организационно-деятельностные), внеаудиторная самостоятельная работа, подготовка рефератов, курсовых работ. Используются метод проектов, информационные технологии, тестирование, средства электронного обучения, работа в Интернете. Лекции оснащены компьютерными презентациями. Для поддержки курса создан сайт «Учебно-методический комплекс «Математическое моделирование процессов отбора»», адрес в Интернете [www.uic.nnov.ru/~kuoa7](http://www.uic.nnov.ru/~kuoa7). Для курса разработаны тесты электронного контроля знаний, с помощью которых осуществляется самостоятельная проверка уровня знаний обучающихся, текущий и итоговый контроль знаний. Совокупность информационного обеспечения курса позволяет осуществлять дистанционное обучение студентов по данному курсу.

**6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Самостоятельная работа заключается в ознакомлении с теоретическим материалом по учебникам и монографиям, указанным в списке литературы, решении практических задач, подготовке семинаров, докладов, рефератов, выполнении курсовых работ, электронных тестов в режиме обучения, ответов на вопросы самоконтроля. Самостоятельная работа может происходить как в читальном зале библиотеки, так и в домашних условиях.

Контроль самостоятельной работы - электронные тесты, зачетные задания. В конце обучения проводится зачет.

### ***Тематика самостоятельной работы***

***Введение.*** Самостоятельная работа: теоретическая часть - разделы 1.1, 1.2, 2.1, 2.2 учебного пособия Кузенков О.А., Рябова Е.А. «Математическое моделирование процессов отбора», практическая часть - задания 1.1.1 - 1.1.7 практикума Кузенков О.А., Круподерова К.Р. «Математические модели отбора». Реферат «Математическое моделирование». Прохождение тестов электронного контроля.

***Системы дифференциальных уравнений на стандартном симплексе.*** Самостоятельная работа: теоретическая часть - разделы 2.3 - 2.7 учебного пособия, практическая часть - задания 1.2.1 - 1.2.4, 1.3.1 - 1.3.12, 1.4.1 - 1.4.11, 1.5.1 - 1.5.8 практикума. Курсовая работа «Исследование предельного поведения моделей конкретных процессов». Прохождение тестов электронного контроля.

***Условия отбора.*** Самостоятельная работа: теоретическая часть - глава 3 пособия, практическая часть - задания 2.1 - 2.12 практикума. Реферат «Процессы отбора». Прохождение тестов электронного контроля.

***Оптимизация и отбор.*** Самостоятельная работа: теоретическая часть - глава 4 пособия, практическая часть - задания 3.1 - 3.16 практикума. Реферат «Критерии оптимальности». Подготовка доклада «Задача максимизации удельной численности». Курсовая работа «Решение задач оптимального управления по критериям отбора». Прохождение тестов электронного контроля.

***Модели передачи информации.*** Самостоятельная работа: теоретическая часть - глава 5 пособия, практическая часть - задания 4.1 - 4.16 практикума. Рефераты «Что такое информация», «Основные принципы теории информации». Курсовая работа «Исследование конкретных моделей передачи информации». Прохождение тестов электронного контроля.

### ***Вопросы для контроля***

1. Что такое динамическая система, фазовое пространство, фазовая переменная, фазовая траектория, фазовый портрет?
2. При каких условиях на правые части системы дифференциальных уравнений, разрешенных относительно первых производных, она определяет динамическую систему?
3. При каких условиях положительный октант является инвариантным относительно дифференциального преобразования?
4. Что такое конечномерный симплекс, стандартный симплекс? Каковы его основные свойства?
5. При каких условиях стандартный симплекс будет инвариантен относительно дифференциального преобразования?
6. В каком виде всегда можно представить правую часть системы дифференциальных уравнений на конечномерном симплексе?

7. Какому уравнению подчиняются отношения фазовых координат системы на конечномерном симплексе?
8. При каких условиях система Вольтера-Лотки может быть сведена с помощью линейной замены к системе на стандартном симплексе.
9. Как формулируется закон сохранения массы, закон действующих масс?
10. Что такое балансные уравнения, балансный многогранник в системах химической кинетики?
11. При каких условиях из системы можно выделить подсистему на симплексе с помощью нормирующей замены?
12. Как от системы на конечномерном единичном шаре перейти к системе на стандартном симплексе?
13. Как выражается решение системы на стандартном симплексе через решение вспомогательной однородной системы?
14. Что понимается под процессом отбора для систем на стандартном симплексе? Что такое строгий и нестрогий отбор?
15. Каковы необходимые и достаточные условия отбора для двумерной системы?
16. Каковы необходимые условия отбора для системы на стандартном симплексе?
17. Каковы достаточные условия отбора для системы на стандартном симплексе?
18. В чем состоит интегральный критерий отбора?
19. Что такое временное среднее?
20. Какие критерии отбора для частных классов систем на стандартном симплексе вы знаете?
21. Что такое устойчивость состояния равновесия по Ляпунову, асимптотическая устойчивость, глобальная устойчивость на симплексе?
22. Как связаны между собой абсолютная глобальная устойчивость состояния равновесия в вершине симплекса и строгий отбор? В чем их сходство и различие? Привести примеры.
23. В чем состоят теоремы Ляпунова об устойчивости применительно к вершине симплекса.
24. Какой смысл имеет функция Массье для системы химической кинетики.
25. Как связаны функция Ляпунова для систем химической кинетики и второй закон термодинамики?

26. Что такое квазитермодинамическое поведение?
27. Какие системы считаются близкими к системе отбора?
28. Каковы достаточные условия близости системы к системе отбора?
29. Как ставится оптимизационная задача?
30. Каким условиям должны удовлетворять условия оптимизационной задачи, чтобы она была корректно поставлена?
31. Какие практические проблемы приводят к необходимости решать математическую задачу оптимизации?
32. Что такое критерий в оптимизационной задаче?
33. Что такое эквивалентные критерии?
34. В чем состоят трудности при определении системой критерия поведения? Как разрешаются эти трудности в системе самовоспроизводящихся объектов?
35. Как формулируется критерий существования для системы самовоспроизводящихся объектов?
36. Какова классическая постановка задачи оптимального управления?
37. Что такое фазовые ограничения в виде равенств и неравенств?
38. К какому классу задач оптимального управления относятся задачи для систем на стандартном симплексе?
39. В чем состоит принцип максимума Понтрягина в задачах оптимального управления.
40. Каковы условия достижения абсолютного максимума на бесконечном времени управления для критерия существования в системе самовоспроизводящихся объектов?
41. Возможны ли ошибки при выборе оптимальной стратегии в зависимости от той или иной формы критерия существования?

### *Критерии оценок*

<b>Зачтено</b>	Знает основы математического моделирования, теории информации, теории отбора	понимает широту и ограниченность применения математики к исследованию процессов и явлений в природе и обществе устанавливает связи между математическими идеями, теориями, дисциплинами и т.д.
	Умеет доказывать утвер-	выделяет главные смысловые аспекты в доказательстве

	ждения математической теории отбора	распознает ошибки в рассуждениях
		понимает различие требований, предъявляемых к доказательствам в математике, естественных, социально-экономических и гуманитарных науках на практике
	Умеет решать математические задачи в области процессов отбора	применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях
		разрабатывает математические модели реальных процессов и ситуаций
		оценивает различные методы решения задачи и выбирает оптимальный метод
		применяет компьютерные математические программы при решении задач
	Владеет профессиональным языком предметной области процессов отбора	корректно переводит информацию с языка предметной области на математический язык
		критически осмысливает полученные знания
		способен проявить математическую компетентность в различных ситуациях (работа в междисциплинарной команде)
		способен передавать результат проведенных исследований в виде конкретных рекомендаций в терминах предметной области знания

<b>Не зачтено</b>	Не знает основы математического моделирования, теории информации, теории отбора	Не понимает широту и ограниченность применения математики к исследованию процессов и явлений в природе и обществе
		Не устанавливает связи между математическими идеями, теориями, дисциплинами и т.д.
	Не умеет доказывать утверждения математической теории отбора	Не выделяет главные смысловые аспекты в доказательстве
		Не распознает ошибки в рассуждениях
		Не понимает различие требований, предъявляемых к доказательствам в математике, естественных, социально-экономических и гуманитарных науках на практике
		Не применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях
	Не умеет решать математические задачи в области процессов отбора	Не разрабатывает математические модели реальных процессов и ситуаций
		Не оценивает различные методы решения задачи и выбирает оптимальный метод
		Не применяет компьютерные математические программы при решении задач
		Не владеет профессиональным языком предметной области процессов от-
	Не владеет профессиональным языком предметной области процессов от-	Некорректно переводит информацию с языка предметной области на математический язык
		Некритически осмысливает полученные знания

	бора	Неспособен проявить математическую компетентность в различных ситуациях (работа в междисциплинарной команде) Неспособен передавать результат проведенных исследований в виде конкретных рекомендаций в терминах предметной области знания
--	------	--

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) Основная литература:

1. Кузенков О.А., Рябова Е.А. Математическое моделирование процессов отбора. Учебн. пособие. Нижний Новгород: Издательство Нижегородского госуниверситета, 2007.
2. Горбань А.Н. Обход равновесия. Новосибирск: Наука, 1984.
3. Заславский Б.Г., Полуэктов Р.А. Управление экологическими системами. М.: Наука, 1990.
4. Ли Э.Б., Маркус Л. Основы теории оптимального управления. М.: Наука, 1972.
5. Горбань А.Н., Хлебопрос Р.Г. Демон Дарвина: идея оптимальности и естественный отбор. М.: Наука, 1988
6. Пых Ю.А. Равновесие и устойчивость в моделях популяционной динамики. М.: Наука, 1983.
7. Кузенков О.А., Круподерова К.Р. Математические модели процессов отбора. Практикум. Нижний Новгород: Издательство ННГУ, 2009.

### б) Дополнительная литература:

1. Акоф Р., Эмери Ф. О целеустремленных системах. М.: Советское радио. 1974.
2. Болтянский В.Г. Математические методы оптимального управления. М.: Наука, 1969.
3. Николис Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах. М.: Мир, 1979.
4. Свирежев Ю.М., Логофет Д.О. Устойчивость биологических сообществ. М.: Наука, 1978.
5. Кузенков О.А. Исследование квазитермодинамического поведение систем на конечномерном симплексе// Вестник ННГУ. Сер. Математическое моделирование и оптимальное управление. 1997. С. 67-75.
6. Кузенков О.А. Математическое моделирование процессов отбора// Математическое моделирование и оптимальное управление. Сб. научн. трудов. Н. Новгород. 1994. С. 120-131.
7. Кузенков О.А. Некоторые свойства динамических систем на конечномерном симплексе// Вестник ННГУ. Сер. Математическое моделирование и оптимальное управление. 1998. Вып 2(19). С. 56-62.



8. Кузенков О.А. Проблема критерия в математическом моделировании процесса выбора для биологических систем// Математическое моделирование и оптимальное управление. Сб. научн. трудов. Н. Новгород. 1996. С.53-64.

9. Кузенков О.А. О системах оценок объективного критерия.// Вестник ННГУ. Сер. Математическое моделирование и оптимальное управление. 1998. Вып. 1(18). С. 116-125.

10. Кузенков О.А., Рябова Е.А. Гиперболическая система полулинейных уравнений на конечномерном симплексе: достаточные условия близости к системе отбора. // Вестник ННГУ. Сер. Математическое моделирование и оптимальное управление. 2001. № 1(23). С. 87-95.

11. Богачев В.И. Основы теории меры. М.- Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика» т. 1,2. 2003.

#### **в) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы**

Для поддержки курса создан сайт «Учебно-методический комплекс «Математическое моделирование процессов отбора»», адрес в Интернете [www.uic.nnov.ru/~kuoa7](http://www.uic.nnov.ru/~kuoa7). Структура сайта включает следующие разделы:

- Аннотация курса
- Программа курса
- Учебное пособие
- Мультимедийный учебник
- Практикум
- Литература
- Комплекс тестов
- Вопросы для самоконтроля
- Ссылки на Интернет-ресурсы
- Научные публикации по тематике курса
- Тематика дипломных работ
- Авторский коллектив

По курсу создан мультимедийный учебник. В нем приводятся электронные лекции по темам из учебного пособия "Математическое моделирование процессов отбора" с целью повышения уровня понимания представленного научного материала при помощи мультимедийных технологий.

Для курса разработаны тесты электронного контроля знаний, с помощью которых осуществляется самостоятельная проверка уровня знаний обучающихся, текущий и итоговый контроль знаний. Электронные тесты были разработаны под систему Learning KIT, в которой автоматически формировались контрольные работы. Тесты находятся на Портале электронного обучения e-ВМК на базе Microsoft Learning Gateway 2007, электронный адрес <https://e-learning.unn.ru> Кроме этого на Портале выложено электронное учебное пособие Кузенков О.А., Рябова Е.А., Круподерова К.Р. Математическое моделирование процессов отбора.

Это позволяет осуществлять дистанционное обучение студентов.

## **11. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Проведение дисциплины обеспечено наличием требуемой обязательной учебной литературой: . Кузенков О.А., Рябова Е.А. Математическое моделирование процессов отбора. Учебн. пособие. Нижний Новгород: Издательство Нижегородского госуниверситета, 2007 и Кузенков О.А., Круподерова К.Р. Математические модели процессов отбора. Практикум. Нижний новгород: Издательство ННГУ, 2009. не менее 1 экз на каждого студента.

Обеспеченность остальной литературой из списка обязательной и дополнительной – 0.5 экз. на каждого студента.

Проведение занятий в терминал-классах обеспечивается наличием терминал-класса ауд. 113 шестого корпуса ННГУ с количеством компьютеров 25 шт.

Проведение лекций с использованием мультимедиа-технологий обеспечено наличием ауд. 317 и 207, ноутбуком и проектором на кафедре численного и функционального анализа факультета вычислительной математики и кибернетики ННГУ.

Автор: к.ф.-м.н., доцент О.А. Кузенков

Заведующий кафедрой ЧИФА, д.ф.-м.н., профессор Д.В. Баландин

Программа одобрена на Ученом совете факультета вычислительной математики и кибернетики.

## **5.2. Заключительный этап формирования ООП**

На седьмом шаге разработки ООП необходимо сформировать все необходимое нормативное и методическое обеспечение итоговой государственной аттестации, а также текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Итоговая государственная аттестация (ИГА) является наиболее действенным инструментом контроля качества подготовки выпускников вузов. Как оценочная квалиметрическая процедура, ИГА направлена на установление соответствия уровня профессиональной подготовки выпускников по основной образовательной программе конкретного направления подготовки (специальности) требованиям образовательного стандарта.

В целях обеспечения успешности формирования компетенций образовательная программа должна отвечать не только требованиям структурированности включенного в нее учебного материала, но и его связанности или интегративности. При определении варианта последовательного, а также возможности параллельного изучения дисциплин должны учитываться виды связей между единицами включенных в них знаний, установление которых важно для формирования у студента компетенций по видам деятельности и готовности выпускника к трудовой деятельности в целом. Связанность содержания программы может быть обеспечена не только за счет определенного структурирования изучаемых дисциплин, но и с помощью специальных форм работы со студентами (практик, стажировок, курсов и т. д.), выполняющих функции интеграции содержания образования.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как следует из приведенных примеров, творческая реализация разработанного алгоритма требует профессиональной методической работы и решения огромного круга частных вопросов. Конечно, процесс преобразования обучения не может ограничиться только лишь составлением образовательных программ. Для успешного решения современных задач образования необходимо тесное взаимодействие со всеми заинтересованными системами, в первую очередь с корпорацией работодателей. Необходима постоянная обратная связь с предпринимателями, выпускниками, студентами и преподавателями, которая поможет внести нужные коррективы, как в перечень формируемых компетенций, так и в средства их достижения. В частности, может применяться метод анкетирования, использованный в проекте TUNING, и упоминавшийся на страницах этого пособия. Но предлагаемые процедуры построения образовательных программ в соответствии с методологией TUNING позволят безболезненно ввести в действие образовательные стандарты нового поколения и влиться в общеевропейский образовательный процесс.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Болонский процесс: глоссарий (на основе мониторингового исследования) / Под ред. В.И. Байденко, Н.А. Селезневой. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2009. – 148 с.
2. Глобализация и системы обеспечения качества высшего образования / С.А. Запрягаев, Е.В. Караваева, И.Г. Карелина, А.М. Салецкий. – М.: Изд-во МГУ, 2007. – 224 с.
3. Проектирование основных образовательных программ, реализующих федеральные государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования: Методические рекомендации для руководителей и актива учебно-методических объединений вузов / Под науч. ред. д-ра техн. наук, профессора *Н.А. Селезневой*. Изд. 2-е, перераб. и дополн. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы, 2010. – 92 с.
4. Переход российских вузов на уровневую систему подготовки кадров в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами: нормативно-методические аспекты / В.А. Богословский, Е.В. Караваева, Е.Н. Ковтун и др. – М.: Университетская книга, 2010. – 248 с.
5. Competence-based learning. – Bilbao: University of Deusto, 2008. – 334 p.
6. Guide to bachelor's degrees 2011-2012. – Bilbao: University of Deusto, 2010. – 74 p.
7. Tuning educational structures in Europe. – Bilbao: University of Deusto, 2010. – 152 p.
8. Tuning Russia. 1<sup>st</sup> General Meeting. Rostov, April 26<sup>th</sup>-29<sup>th</sup>, 2011
9. Tuning Russia. Second General Meeting. University of Deusto, Bilbao, October 16-20, 2011.
10. Ковтун Е.Н., Родионова СЕ. Научные подходы к созданию образовательно-профессиональных программ на модульной основе в сфере гуманитарного образования // Информационный бюллетень Совета по филологии УМО по классическому университетскому образованию. - № 10. - Тверь, 2007. - С.30-63.
11. Ковтун Е.Н., Родионова СЕ. Образовательные программы «болонского» типа и возможность их реализации в России (на примере направления подготовки ВПО «Филология») // Информационный бюллетень Совета по филологии УМО по классическому университетскому образованию. - № 11. - Белгород, 2008. -С.18-53.
12. Примерное положение об организации учебного процесса в высшем учебном заведении с использованием системы зачетных единиц: Приложение к письму Минобрнауки России от 9 марта 2004 г. // Вестник образования. 2004. № 9.
13. Сенашенко В.С. О соотношении зачетных единиц и модульной структуры учебного процесса // Инф. бюл. УМО. СПб., 2005. №6.

14. «Мягкий путь» вхождения российских вузов в Болонский процесс/ Гл. ред. проф. А.Ю. Мельвиль. М., 2005.
15. Модель построения основных образовательных программ по гуманитарным направлениям подготовки на основе методологии Tuning-ECTS для реализации принципов Болонского процесса в России. Направления подготовки ВПО «История» и «Культурология» / Составление и научная редакция проф. Е. Н. Ковтун. Челябинск, 2008.
16. Адаптация и внедрение Европейской рамки ИТК-компетенций в России // Качество образования. 2011. №9. С. 36-39.
17. Рубин Ю.Б. Высшее образование в России: качество и конкурентоспособность. – М: МФПА, 2011. – 448 с.
18. Общая европейская рамка компетенций ИКТ-специалистов для всех секторов индустрии (<http://www.ecompetences.eu/>)
19. Учебно-методический комплекс «Математическое моделирование процессов отбора» (<http://www.uic.mnov.ru/~kuoa7>)
20. Computing Curricula 2005 (CC2005). Association for Computing Machinery and Computer Society of IEEE.
21. Рекомендации по преподаванию программной инженерии и информатики в университетах. Пер. с англ. – М.: ИНТУИТ.РУ «Интернет-Университет Информационных Технологий», 2007. 462 с.
22. Профессиональные стандарты в области информационных технологий. – М.: АП КИТ, 2008.
23. Гергель В.П., Гугина Е.В., Кузенков О.А. Разработка образовательного стандарта Нижегородского госуниверситета по направлению «Фундаментальная информатика и информационные технологии»// Современные информационные технологии и ИТ-образование. Сб. докладов V Международной научно-практической конференции/ Под. ред. проф. В.А.Сухомлина. – М.:ИНТУИТ.РУ, 2010. С. 51-60.