

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ПЕРМСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи

ОВЧИННИКОВ АЛЕКСАНДР АНДРЕЕВИЧ

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ
ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ В ВУЗЕ
С УЧЕТОМ НЕЛИНЕЙНОСТИ ПРОЦЕССА УСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ
ИНФОРМАЦИИ

Специальность 05.13.10 – Управление в социальных и экономических системах

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель:
доктор физико-математических наук,
профессор Михаил Борисович Гитман

Пермь – 2018

Оглавление

Введение.....	4
Глава 1. Система оценивания результатов образования в вузе.....	10
1.1. Процесс оценивания результатов как важный компонент системы управления качеством образования в вузе.....	10
1.2. Проблемы оценивания результатов образования.....	13
1.3. Компетентностный подход в образовании.....	27
1.4. Концептуальная модель системы оценивания.....	32
Выводы по первой главе.....	39
Глава 2. Математическое обеспечение системы оценивания и управления в образовательных системах.....	41
2.1. Энтропийный и неэнтропийный подходы к управлению образовательными процессами.....	41
2.2. Кривые научения.....	47
2.3. Оценивание уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций на основе кривых научения.....	53
2.4. Оценка уровня сформированности компетенций студента и выпускника вуза.....	58
2.5. Управление качеством образовательных программ на основе неэнтропийного подхода.....	63
Выводы по второй главе.....	69
Глава 3. Программное обеспечение системы оценивания и поддержки управленческих решений.....	70
3.1. Алгоритм оценивания уровня сформированности компетенций студента на этапах реализации образовательной программы вуза.....	70
3.2. Прототип информационной системы оценивания и выработки управленческих решений по повышению качества образования.....	74
3.2.1. Структурная схема прототипа. Функциональная модель.....	74
3.2.2. Описание компонентов прототипа информационной системы.....	79
3.3. Тестирование компонентов и системы в целом.....	101

Выводы по третьей главе.....	102
Глава 4. Апробация автоматизированной информационной системы оценивания результатов и поддержки управленческих решений при реализации образовательных программ вуза.....	104
4.1. Описание образовательной программы магистратуры по направлению..	104
4.2. Настройка кривых научения для различных групп дисциплин.....	122
4.3. Оценка дисциплинарных компетенций.....	123
4.4. Контроль уровня сформированности компетенций при государственной итоговой аттестации.....	137
4.5. Комплексное оценивание результатов образования по компетенциям...	153
4.6. Комплексное оценивание результатов образования по группам дисциплин и группам компетенций.....	162
4.7. Примеры управления качеством подготовки студентов технического вуза.....	168
4.7.1. Пример управления уровнем сформированности одной компетенции студентов.....	168
4.7.2. Пример управления уровнем сформированности группы компетенций для группы студентов.....	172
4.7.3. Пример управления уровнем освоения ОПОП.....	175
Выводы по четвертой главе.....	183
Основные выводы по работе.....	185
Список литературы.....	188
Приложения.....	202

Введение

Актуальность темы исследования

К основной задаче современной системы высшего образования можно отнести построение эффективной системы управления образовательными процессами вуза, что, в свою очередь, обуславливает необходимость разработки и внедрения современного математического и программного обеспечения механизмов оценивания результатов образования выпускника вуза.

Существовавшая ранее вертикальная система управления образовательными системами оказалась неприемлемой в современных условиях, так как она мало приспособлена к быстрому отклику на новые запросы работодателей и не имеет эффективных механизмов для существенного повышения уровня подготовки высококвалифицированных кадров.

В последние годы в российских вузах создаются системы менеджмента качества (СМК), основанные на международных стандартах серии ИСО 9001, в которых сформулированы основные требования к управлению процессами, влияющими на качество образования. Однако, в настоящее время отсутствует общепринятая модель СМК вуза, что, в свою очередь, обуславливает необходимость каждому вузу разрабатывать собственную модель управления качеством образования, включающую процесс оценивания результатов подготовки студентов и выработку управленческих решений (корректирующих действий), направленных на улучшение качества учебного процесса.

Поэтому, к основной задаче современной системы высшего образования можно отнести построение эффективной системы управления образовательными процессами вуза, что требует разработки и внедрения современного математического и программного обеспечения механизмов оценивания результатов образования выпускника вуза и корректировки образовательных программ с целью повышения их качества.

В связи со сменой подходов к обучению в высшей школе, федеральными государственными образовательными стандартами устанавливается направленность результатов освоения каждого подраздела образовательной программы на достижение конкретных конечных результатов обучения,

формулируемых в форме компетенций. Осуществляется эволюционный переход от «знаниевой» парадигмы к «компетентностной», которая требует существенных изменений, как методов управления образовательной деятельности, так и системы оценивания результатов образования студента в своем последовательном развитии на всех этапах освоения образовательной программы. Создание такой системы дает возможность оценивания компетентности будущего специалиста в любой момент времени в форме определения уровней сформированности заявленных компетенций.

Степень разработанности проблем оценивания результатов образования и выработки корректирующих действий, направленных на повышение качества образования, отражена в работах П. Линдсей, Д. Нормана, К. Ховленда, В.И. Байденко, В.Н. Козлова, Л.В. Черненькой, Д.А. Новикова, Ю.П. Похолкова, Е.А. Солодовой, А.Ю. Букаловой, В.А. Харитоновой, А.И. Субетто, В.И. Ширяева и др. [2;3;4;10;11;12;39;48;49;55;56;57;58;60;65;74;80;90;91;92;93;98;104;105;108;122]. Разработке информационно-аналитических систем вуза, включая инструментарий для оценки уровня сформированности компетенций выпускника и корректировке образовательных программ с целью улучшения качества подготовки студентов, посвящены работы Е.Л. Кона, В.И. Фреймана, А.А. Южакова, С.В. Вологодина, М.Б. Гитмана, А.Н. Данилова, В.А. Девисилова, О.В. Логиновского, А.А. Мицеля, Н.Ф. Ефремовой, Н.А. Селезневой, И. Д. Столбовой и др. [19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;34;36;37;38;39;42; 46;50;56; 59;66;67;75;76;77;98].

Однако остались нерешенными вопросы, связанные с обоснованием комплексного оценивания уровня сформированности компетенций студента, выработкой управленческих решений на всех этапах освоения образовательной программы вуза, а также автоматизацией системы оценивания результатов образования и корректирующих действий, повышающих качество реализации образовательных программ, что подтверждает актуальность темы диссертационного исследования.

Объектом исследования является система оценивания результатов обучения студентов и выработки управленческих решений на всех этапах освоения образовательной программы вуза.

Предметом исследования выступает математическое и программное обеспечение системы оценивания результатов образования в вузе с учетом нелинейности процесса усвоения учебной информации.

Цель данной работы – разработка математического и программного обеспечения системы оценивания результатов образования студентов и выработки корректирующих действий, позволяющей оценить уровень сформированности компетенций студента на любом этапе освоения образовательной программы вуза и повысить качество подготовки инженерных кадров.

Для достижения цели необходимо решить следующие **задачи**:

1. Анализ состояния проблемы комплексного оценивания результатов высшего образования в рамках компетентностного подхода.
2. Разработка математических моделей и алгоритмов комплексного оценивания уровня сформированности компетенций студента, а также корректировки образовательных программ для повышения качества их реализации до необходимого уровня.
3. Разработка программного обеспечения автоматизированной системы комплексного оценивания уровня сформированности заявленных компетенций на основании результатов текущего, рубежного, промежуточного контроля и государственной итоговой аттестации, а также выработки корректирующих действий, направленных на повышение качества подготовки инженерных кадров.
4. Апробация прототипа автоматизированной информационной системы комплексного оценивания результатов образования студентов и выработки корректирующих действий, повышающих качество подготовки выпускников вуза.

Методы исследования основаны на теории системного анализа, подходах теории научения к процессу усвоения информации, теории комплексного оценивания и теории управления в социально-технических системах.

Научная новизна работы заключается в следующем:

1. На основе негэнтропийного подхода разработана оригинальная модель комплексного оценивания уровня сформированности компетенций студента на любом этапе обучения в вузе, отличающаяся учетом нелинейности процесса усвоения учебной информации и позволяющая получать негэнтропийные оценки с помощью построения и анализа сетевых графиков формирования и контроля уровня сформированности каждой из заявленных компетенций (соответствует пунктам 3 и 5 паспорта специальности).
2. Предложен новый подход к управлению процессом накопления знаний, умений и владений как компонентов компетенций студентов, участвующих в реализации образовательной программы вуза, позволяющий улучшать качество образования за счет повышения уровня сформированности как отдельных компетенций, так и качества освоения образовательной программы в целом с помощью корректировки кривых научения для каждого студента и учебных групп в среднем (соответствует пунктам 5 и 6 паспорта специальности).
3. Разработана новая информационная система комплексного оценивания результатов образования, отличающаяся наличием диалогового модуля корректировки кривых научения для различных групп учебных дисциплин и позволяющая автоматизировать контроль обучения студентов в ходе формирования заявленных компетенций и выработку необходимых корректирующих действий (соответствует пунктам 5, 12 паспорта специальности).

Практическая значимость. Исследования по данной работе выполнялись в рамках внутривузовского гранта на разработку инновационной системы оценивания результатов образования при реализации компетентностного подхода. Полученные результаты состоят в разработке моделей и

информационных технологий, позволяющих автоматизировать процесс оценивания уровня полученных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений студентов вуза. Разработанный прототип информационной системы оценивания результатов образования предоставляет широкие возможности для непрерывного контроля формирования компетенций студентами на всех этапах освоения учебной программы вуза, что является неотъемлемой частью эффективного управления образовательными системами.

На защиту автором выносятся следующие положения:

1. Результаты анализа состояния проблемы комплексного оценивания результатов высшего образования в рамках компетентностного подхода с позиций современных требований заинтересованных сторон, включая студентов, преподавателей и основных работодателей.

2. Математические модели и алгоритмы комплексного оценивания уровня сформированности компетенций студента, а также корректировки кривых научения для различных групп учебных дисциплин, позволяющие повысить качество образовательных программ до необходимого уровня.

3. Прототип информационной системы оценивания результатов образования в вузе, позволяющий автоматизировать процесс оценивания уровня сформированности компетенций и выработки управленческих решений, направленных на повышение качества подготовки инженерных кадров.

4. Результаты апробации использования прототипа автоматизированной информационной системы в учебном процессе вуза при выработке корректирующих действий, повышающих качество реализации образовательных программ.

Достоверность научных положений, выводов и практических рекомендаций подтверждена корректностью математической постановки задачи, строгостью применяемых методов решения, а также результатами опытного внедрения прототипа автоматизированной информационной системы «Система оценивания результатов образования» в ПНИПУ.

Внедрение результатов работы. Модель комплексного оценивания уровня сформированности компетенций использована при разработке фондов

оценочных средств образовательных программ, реализуемых в ПНИПУ, а разработанный прототип автоматизированной информационной системы используется при комплексном оценивании уровня сформированности компетенций студентов и выпускников ПНИПУ. Результаты исследований внедрены в учебный процесс подготовки студентов по направлению 27.04.04 – Управление в технических системах, что подтверждено соответствующими актами внедрения.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы обсуждались на XXIII Всероссийской школе-конференции молодых ученых «Математическое моделирование в естественных науках» (г. Пермь, 2014), XXIV Всероссийской школе-конференции молодых ученых «Математическое моделирование в естественных науках» (г. Пермь, 2015), XXV Всероссийской школе-конференции молодых ученых «Математическое моделирование в естественных науках» (г. Пермь, 2016, 2017), Всероссийской конференции молодых ученых «Прикладная математика, механика и процессы управления» (г. Пермь, 2014, 2016, 2017), Всероссийской научной конференции по проблемам управления в технических системах, ПУТС'2015 (г. Санкт-Петербург, 2015), Всероссийской школе-конференции «Управление большими системами» (г. Пермь, 2017), а также на научных семинарах Магнитогорского ГТУ им. Г.И. Носова, Московского ГТУ им. Н.Э. Баумана и ПНИПУ.

Публикации. По результатам исследования опубликовано 13 печатных работ, из них 6 работ в периодических изданиях, рекомендованных ВАК РФ для публикации основных результатов диссертационных исследований, в том числе 1 статья в периодическом издании, входящем в международную реферативную базу цитирования Scopus.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, библиографического списка из 133 наименований, содержит 206 страниц основного текста, 29 рисунков, 58 таблиц.

1. Система оценивания результатов образования в вузе

1.1. Процесс оценивания результатов как важный компонент системы управления качеством образования в вузе

Как было отмечено выше, в каждом современном вузе разрабатывается собственная модель СМК, включающая подсистему управления качеством образования. Обычно СМК включает в себя процессную модель и набор стандартов вуза, регламентирующих организацию и управление качеством каждого процесса.

Например, СМК ПНИПУ включает следующие стандарты, относящиеся к управлению качеством образовательных услуг, под которыми понимается образовательные программы, реализуемые в университете:

- РК-2016. Руководство по качеству;
- СТУ СМК 19-2015. Разработка новой образовательной услуги или совершенствование существующей;
- СТУ СМК 14-2015. Оказание образовательных услуг;
- СТУ СМК 15-2015. Мониторинг и изменение образовательных услуг. Управление средствами контроля и измерения;
- СТУ СМК 07-2009. Управление несоответствующими образовательными услугами;
- СТУ СМК 08-2016. Корректирующие действия.

В этих стандартах установлены основные требования к разработке образовательных программ университета, к процессу измерения результатов образования и выработке корректирующих действий, направленных на повышение качества подготовки инженерных кадров.

Следует отметить, что в этих стандартах описаны основные механизмы и процедуры управления качеством образования. Например, в стандарте СТУ СМК 07-2009 в качестве основных корректирующих действий, направленных на улучшение качества образовательных программ вуза, выделены следующие:

- изменение структуры учебного плана;
- изменение программ отдельных учебных дисциплин;
- изменение методических материалов;
- улучшение лабораторной базы;
- изменение методики преподавания;
- повышение квалификации преподавателей;
- повышение мотивации у студентов.

При этом предлагаются организационные механизмы управления несоответствующими образовательными услугами, включающие создание рабочих комиссий по выработке управленческих решений, направленных на возможное улучшение услуги и ее адаптации к требованиям основных работодателей.

Очевидно, что выработка таких решений является трудоемким процессом, требующим обоснованного варианта корректирующих действий, удовлетворяющих различные заинтересованные стороны. Поэтому необходимо автоматизировать данный процесс на базе научно обоснованных методов измерения результатов образования и выработки возможных вариантов управленческих решений, направленных на повышения качества образовательной услуги.

Рассмотрим процессную модель разработки и реализации образовательной программы (рисунок 1.1), принятой в ПНИПУ в рамках СМК университета, которая приведена в Руководстве по качеству РК-2016.

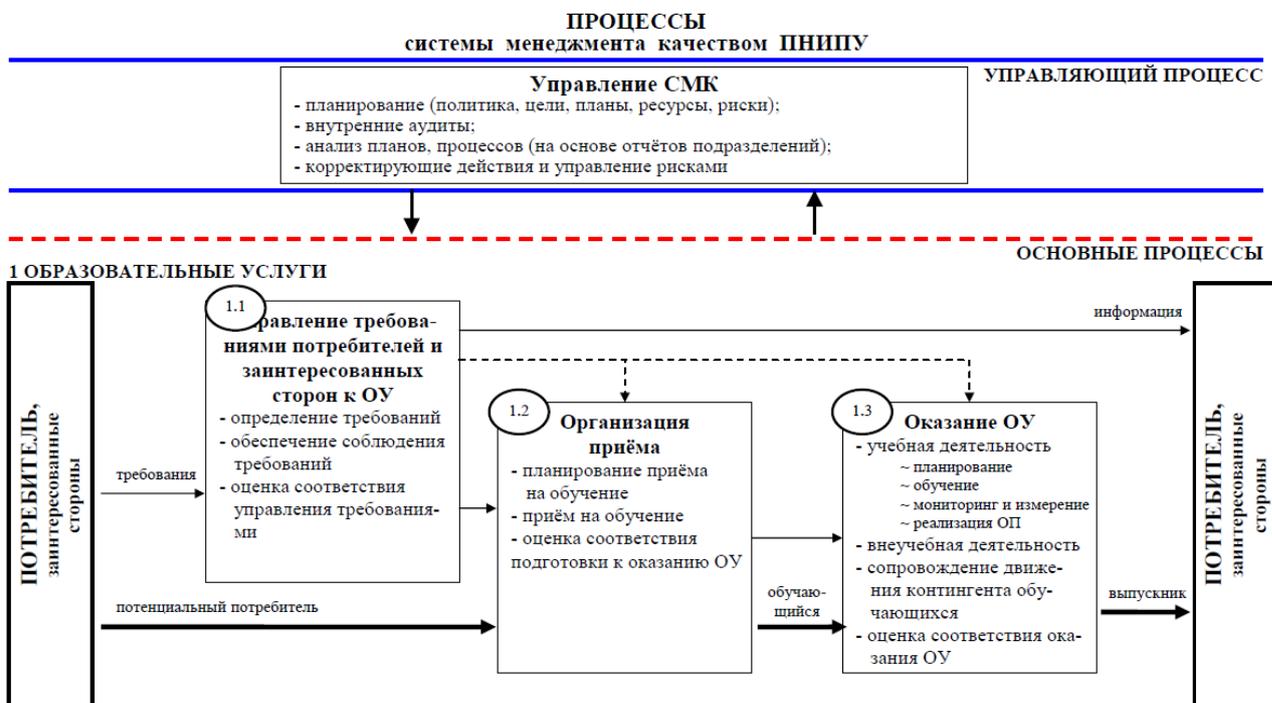


Рисунок. 1.1 – процессы системы менеджмента качеством ПНИПУ

Как видно (см. рисунок 1.1), что многие приведенные в модели основные процессы реализации образовательной услуги (ОУ) требуют оценивания результатов образования студентов и выпускников вуза. Например, процесс 1.1. – Управление требованиями потребителей и заинтересованных сторон к ОУ предполагает необходимость формулирования образовательных целей и требований в компетентностном формате и формулирование критериев соответствия требованиям; процесс 1.3. – Оказание ОУ, в свою очередь, предполагает мониторинг и измерение результатов образования, а также оценку соответствия оказания ОУ установленным критериям качества подготовки инженерных кадров. В случае установленного несоответствия требованиям, необходимо проводить анализ планов и процессов, а также корректирующие действия в рамках управления СМК.

В силу того, что в современном вузе осуществляется одновременно множество образовательных услуг различного уровня, желательно автоматизировать рассмотренные выше процессы, что позволит сократить время выработки корректирующих действий и повысить качество управленческих решений. Для этого, в первую очередь, необходимо разработать модель комплексного оценивания результатов образования и реализовать ее в форме

компонента автоматизированной информационной системы управления качеством образования вуза.

1.2. Проблемы оценивания результатов образования

В силу «устаревания» знаний предметно-содержательная парадигма обучения уже не удовлетворяет потребностям постиндустриального общества [38]. В ходе модернизации системы российского образования, проходящей с 2009 г. по настоящее время, произошла смена парадигмы высшего образования – знаниевой на компетентностную. При этом значительно расширены права вузов на формирование ОПОП с учетом интересов основных работодателей. Таким образом, происходит уменьшение влияния государства на образовательный процесс вуза при одновременном повышении влияния общества в лице основных потребителей образования: работодателей и студентов.

Распоряжение правительства РФ от 7 февраля 2011 г. № 163-р "О концепции федеральной целевой программы развития образования на 2011-2015 годы", новый закон "Об образовании в РФ" и другие нормативные документы формируют требования по обеспечению высокого качества и доступности образовательных услуг.

Проведенный обзор нормативно-правовых документов, научно-методической литературы и статистической информации подтвердил высокую степень актуальности и низкий уровень изученности проблемы модернизации высшего и послевузовского профессионального образования, управления образовательной деятельностью на основе разработки и реализации новой образовательной парадигмы, сочетающей проектный и деятельностный подходы. К основным результатам модернизации системы российского образования в настоящее время можно отнести следующее:

1. Повышение академической свободы вузов при разработке ОПОП за счет существенного снижения в них федеральной (базовой) части.

2. Повышение открытости образовательной системы: за счет активного участия основных работодателей в разработке компетентностной модели

выпускников вуза, а также академической мобильности преподавателей и студентов.

3. Разработанные и введенные в действие ГОСы ВО третьего поколения (ФГОСы), основанные на применении кредитно-модульной технологии и компетентностном подходе.

На основании вышеизложенного представляется возможным сделать следующие выводы:

1. В процессе модернизации российской системы высшего образования знаниевая парадигма сменилась компетентностной.

2. Несмотря на волнообразный характер процесса модернизации, прослеживается тенденция к снижению роли государства с одновременным усилением роли общества и общественно-профессиональных организаций в управлении системой образования.

В связи с этим возникает острая необходимость в разработке новых эффективных механизмов и инструментов управления в образовательных системах, реализующих научные принципы теории управления в социальных и экономических системах.

Вопросы формирования компетенций, применения образовательных технологий для успешного формирования компетенций, а также вопросы оценивания уровня освоения тех или иных компетенций на различных этапах обучения рассмотрены в работе Н.Ф. Ефремовой [46]. Автор подчеркивает необходимость решения данных вопросов отечественной системой образования и рассматривает проблемы формирования и оценивания компетенций как результатов образования в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов нового поколения и формируемых образовательными организациями ОПОП. Рассмотрены модели компетенций для различных уровней обучения, в том числе и для уровней бакалавра, магистра, специалиста. В работе [46] даны рекомендации по созданию фонда оценочных средств вуза, а также основы разработки оценочных средств по стадиям обучения студентов, приводятся образцы оценочных средств, шкал и критериев оценивания компетенций. Однако, речь в книге идет о формировании

общекультурных компетенций, не уделяется достаточного внимания профессиональным и профильно-специализированным компетенциям, а также не рассматриваются подходы к автоматизации процесса контроля освоения компетенций.

В настоящее время самым распространенным подходом к оцениванию уровня сформированности компетенций является использование матричной модели оценивания [8], суть которого состоит в том, что оценка за формируемую дисциплинарную компетенцию выставляется как среднее арифметическое всех рубежных и промежуточных оценок с учетом весов соответствующих компонентов. С нашей точки зрения этот подход не совсем корректен, так как, во-первых, не учитывается различный вклад дисциплин в формирование компетенций, а во-вторых, не учитывается нелинейный характер процесса освоения учебных дисциплин.

Оценивание уровня сформированности компетенций с использованием негэнтропийного подхода рассматриваются в работах А.Н. Данилова, В.А. Харитоновой и А.Ю. Букаловой. В работе [12] предлагается инструментарий поддержки принятия решений в задачах управления уровнем профессиональной подготовки студентов, учитывающий человеческий фактор на уровне моделей поведения различных социальных групп. Представленные инструментальные средства разработаны на основе компетентностного и негэнтропийного подходов, а также методов комплексного оценивания показателей успеваемости для локализации проблемных участков образовательного процесса с последующей коррекцией путем перераспределения нагрузки на формирование компетенций между дисциплинами, участвующими в их формировании. В работе [119] рассматривается управление уровнем профессиональной подготовки студента с применением метода имитационных деловых игр, в реализацию которого положены алгоритмы агрегирования оценочных данных на основе негэнтропийного подхода и композиции линейно-нелинейных сверток. Авторами описывается увеличение негэнтропийной оценки за счет изменения трудоемкости учебной дисциплины, что, в свою очередь, приведет к повышению качества подготовки студентов, также в качестве примера отмечают

возможность повышения негэнтропийной оценки путем совершенствования учебно-методической базы преподавания дисциплины, применения информационных технологий, внедрение активного и интерактивного методов обучения и т.д. В работе [120] обсуждается комплекс алгоритмов агрегирования оценочных данных и декомпозиции результатов комплексного оценивания для автоматизированного управления профессиональной подготовкой бакалавров с использованием компетентностного и негэнтропийного подходов, обеспечивающих квалитметрическое сопровождение процессов управления, однако, авторами отмечается, что задачи автоматизации процесса управления уровнем профессиональной подготовки студентов еще не решены. Также стоит отметить, что в перечисленных работах, авторами не приводятся рекомендаций к построению негэнтропийных оценок для групп дисциплин, предложенные подходы зачастую имеют высокую сложность реализации на практике, связанную с необходимостью наличия достаточно большого количества экспертных оценок, имеющих субъективный характер, и реализацию нелинейной матричной свертки.

Работы [57;58;60;114] посвящены разработке моделей, методов, новых формализованных подходов диагностирования и оценивания качества подготовки кадров, которое оказывает прямое влияние на качество производимой предприятиями продукции. Созданы операторы соответствия между функциональными обязанностями и результатами программ подготовки специалистов разных видов, представленных в компетентностном формате. Разработана методология построения и реализации программ подготовки специалистов на разных этапах жизненного цикла продукции. Разработана модель управления и контроля качества подготовки на различных стадиях реализации программ подготовки специалистов, учитывающая требования к качеству и «риск-ориентированное мышление». Разработаны и предложены многопараметрические квалитметрические методы, алгоритмы и процедуры диагностирования уровня компетентности с использованием адаптированного математического аппарата и применением методов технической диагностики и прогнозирования, представлена общая методологии построения

контролепригодной компонентной структуры компетенций, взаимоувязанной с методами и средствами диагностирования, направленная на повышение эффективности управления качеством формирования и оценивания запланированных результатов обучения. Авторами разработаны и исследованы квалиметрические методы дешифрации и оценки результативности и компетентности как фактора обеспечения качества продукции, ориентированные на многоуровневые шкалы оценивания и учитывающие риски ошибочного принятия решения. Спроектированы информационное, алгоритмическое и методическое обеспечение автоматизированной системы управления и контроля качества программ подготовки специалистов в составе интегрированной системы управления качеством продукции.

Предыдущая модель, лежавшая в основе системы высшего образования при действии стандартов ГОС1 и ГОС2 базировалась на так называемой триаде ЗУН, в основе которой лежат три компонента: *знания, умения и навыки*. Под **знаниями** понимается некий объем информации, важной с профессиональной точки зрения. Знания приобретаются в форме лекций, дискуссий, рассказов, семинаров, самостоятельной работы с различными источниками информации, а также при других формах мыслительной деятельности. **Умения** определяются, как способность выполнять определенную деятельность, основываясь на ранее приобретенных знаниях. Умения формируются в ходе практических и лабораторных занятий, курсовых работ, практик, стажировок, дипломных работ и проектов. Доведенными до автоматизма умениями являются **навыки**, которые достигаются тренингами и упражнениями [79;94;121].

В современном мире актуальной является проблема адаптации человека к постоянным и скоротечным изменениям. При данной ситуации предыдущая парадигма высшего образования, звучавшая как – *образование на всю жизнь*, и подразумевавшая под главной целью высшей школы – приобретение человеком всех необходимых знаний, умений и навыков раз и на всю жизнь, более не соответствует реальности. На смену предыдущей приходит новая парадигма, которая звучит как – *образование через всю жизнь*.

Новое поколение стандартов образования (ФГОСЗ и позже) основывается на компетентностном подходе [14;52;53;61;64;73;99]. Компоненты компетенции определяются как: **знания, умения, владения** – триада ЗУВ, являющаяся логичным переходом от ЗУНовской образовательной модели в сторону практиконаправленности современного обучения. Под **владениями** понимаются начальные стадии проявления компетенции как комплексного качества обучающегося, характеризующегося сформированностью алгоритмов действий по актуализации некоторой совокупности компонентов данной компетенции. Говоря другими словами, владения – это способность ориентироваться в принципиально новых ситуациях, способность самостоятельно ставить и решать задачи, которые не рассматривались в ходе освоения образовательной программы, а также способность добывать новые знания.

Осуществление контроля за процессом формирования отдельных компонентов компетенции и компетенции в целом на некоторые моменты времени, определенные заранее, может выступать в качестве гаранта успешности образовательного процесса. Уровень освоения компетенций и их компонентов оценивается на основании качественных описателей признаков сформированности компетенций на данном этапе контроля – **целевых дескрипторов**.

Для возможности оценивания успешности обучаемого вводятся **уровни освоения компетенции**: *низкий (пороговый), средний (продвинутый), высокий (креативный)*, позволяющие установить степень освоения каждой конкретной компетенции на основании разработанных критериев и индикаторов [43]. Так как компетенция может формироваться при освоении нескольких учебных дисциплин, то производится ее декомпозиция на части – **дисциплинарные компетенции** – составляющие заявленной компетенции выпускника, формируемые в рамках одной дисциплины [31;56;59;115].

Процесс формирования компетенций в силу своей специфики растянут во времени и на завершающем этапе данного процесса существенное влияние на качество подготовки студента представляется невозможным. Построение

компетентностной модели выпускника [22;25;26;106], как иерархии целеполагания, является реализацией процессного подхода.

В формате ФГОС ВО результаты освоения циклов, дисциплин, модулей, практических разделов направлены на получение конкретных конечных результатов обучения, которые, в свою очередь, должны быть описаны компонентами компетенций в виде *таксономического ряда*: **знать, уметь, владеть**.

На настоящий момент времени нет единой методологии оценивания формируемых компетенций, как результатов обучения студентов, соответствующим требованиям ФГОС, также нет единого взгляда на разработку измерительных материалов для педагогов, особенно для оценивания освоенных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО. В вузах отсутствуют подготовленные кадры для конструирования современных оценочных средств и применения технологий оценивания. На текущий момент в литературе [47;51] выделяется ряд системных проблем оценивания результатов образования:

- отсутствие взаимосвязи требований ФГОС и профессиональных квалификаций;
- отсутствие центров по обучению теории и практике современного оценивания результатов обучения;
- отсутствие единых требований к моделям компетенций и критериям оценки компетенций и их профилей;
- отсутствие единых требований к структуре и содержанию фондов оценочных средств вузов;
- неготовность при аккредитации учитывать оценки внутреннего оценочного процесса вуза за определенный промежуток времени (динамических оценок);
- отсутствие центров сертификации оценочной деятельности вузов;
- отсутствие федеральной базы оценочных средств по компетенциям.

Перечисленные системные проблемы также влекут за собой перечень проблем на уровне вуза, а именно:

- сосредоточенность внутренних оценочных процессов на проверке знаний, а не компетенций;
- отсутствие фондов оценочных средств вузов, соответствующих требованиям компетентностного обучения;
- отсутствие преемственности и согласованности оценочного процесса на всем этапе обучения студентов от поступления в вуз до его окончания;
- надпредметный (метапредметный) характер компетенций и отсутствие специалистов, понимающих логику оценивания компетенций;
- отсутствие критериев достижения качества сформированности компетенций;
- отсутствие системного подхода к формированию оценочных средств и их обновлению;
- отсутствие единого графика проведения оценочных процедур по компетенциям и несогласованность действий кафедр.

К причинам возникновения системных и вузовских проблем оценивания в литературе относят следующее: значительная диверсификация предметного содержания в ФГОС ВО; ограниченность дисциплинарного подхода при разработке измерительных материалов для оценочной деятельности профессионального образования; дробность фрагментов компетенций по дисциплинам; выделение показателей проявления компетенций требует учета, этапов, процедур и действий обучающихся по решению типовых задач в условиях профессиональной деятельности; межпредметный характер компетенций, особенно общих (общекультурных) требует разработки комплексных компетентностно-ориентированных заданий; оценка компетенций студентов и квалификаций выпускников не может осуществляться на основе традиционных средств контроля.

Научные принципы, обеспечивающие повышение качества подготовки высококвалифицированных кадров, должны быть реализованы с учетом

следующих современных подходов к управлению сложными организационными системами:

1. Системный подход.
2. Синергетический подход.
3. Компетентностный подход.
4. Энтропийный подход.

Рассмотрим методологическое содержание данных подходов, позволяющее осуществить проектирование целей и результатов образования, структуры и содержания образовательных программ ВО, а также организацию учебного процесса, обеспечивающих высокое качество подготовки выпускников вуза к профессиональной деятельности.

1. Системный подход к организации образовательной деятельности вуза.

Под **системой** понимается упорядоченная совокупность взаимосвязанных элементов, обособленная от внешней среды и взаимодействующая с ней как целое для достижения определенной цели [17;40;88].

Наиболее яркое проявление внутренней целостности системы состоит в том, свойства системы не являются только совокупностью свойств ее отдельных элементов. Другими словами, система обладает свойствами, которыми не обладает ни один из ее элементов, взятый в отдельности. Такие свойства часто называют **системными** [88]. Объединение элементов в систему влечет появление нового **синергетического** качества (системных свойств), появление которого было бы невозможным без данного объединения. Под **эмерджентностью** понимается такое, казалось бы, внезапное появление новых свойств системы [88]. Необходимо отметить, что системные свойства появляются только при определенной комбинации связей между элементами. Другая комбинация связей может придать системе другие свойства. Например, новое свойство образовательной программы подготовки научных кадров – готовность выпускников к инновационной деятельности – можно рассматривать как результат, возникающий за счет создания новых связей между отдельными элементами многоуровневой системы высшего и послевузовского образования.

Системный подход, используемый при проектировании ОПОП, предусматривает соблюдение соответствия целей, содержания, методов, форм, средств и технологий научно-образовательного процесса.

Другими словами, в рамках системного подхода ОПОП вуза может пониматься как *комплексный проект образовательного процесса* в вузе по определенному направлению и профилю подготовки, который устанавливает цели, ожидаемые результаты, структуру и содержание высшего и послевузовского профессионального образования, условия и технологии реализации образовательного процесса, деятельности преподавателей, студентов и аспирантов, организаторов образования, средства и технологии оценки и аттестации качества обучения студентов и аспирантов на всех этапах их подготовки к профессиональной деятельности.

Сложность ОПОП как системы порождается ценностно-ориентированными механизмами функционирования, множеством взаимосвязанных основных и поддерживающих процессов, особенностями и характером деятельности вуза.

2. Синергетический подход в организации и управлении деятельности вуза.

Синергетический подход [104;116] широко используется при исследовании открытых систем, состоящих из большого количества элементов, которые сложным образом взаимодействуют между собой и внешней средой. Применительно к вузу, этот подход позволяет изучать вопросы самоорганизации, т. е. возникновения и развития новых организационных и управленческих структур в деятельности вуза без внешнего воздействия. Например, переход к ФГОСам ВО обуславливает необходимость возникновения (образования) новых организационных структур вуза, отвечающих за формирование и реализацию индивидуальных образовательных траекторий студентов. Другими словами, от групповой формы организации учебного процесса, при которой учебная группа является неизменной в процессе всего времени обучения студента в вузе, необходимо переходить к индивидуальной форме обучения студентов, т. е. к гибкой системе самоорганизующихся во

времени учебных групп с учетом интересов студентов, потребностей общества и возможностей конкретного вуза.

3. Компетентностный подход в системе высшего профессионального образования.

С помощью понятий **компетенция** и **компетентность** на этапе формирования целей образования в рамках компетентностного подхода разрабатывается **компетентностная модель** будущего специалиста.

Компетентностная модель (КМ) специалиста представляет собой описание того, каким набором общекультурных и профессиональных компетенций должен обладать выпускник вуза, к каким действиям он должен быть подготовлен для успешной работы в своей профессиональной области [62].

Таким образом, при компетентностном подходе основной упор в образовании делается не на заданный объем знаний у обучаемого, а на его способность владеть знаниями при решении различных, в том числе, профессиональных задач. Исторически компетентностный подход в образовании пришел на смену знаниевому, а затем деятельностному подходам, которые соответствовали классической и неклассической парадигмам. Основное отличие компетентностного подхода от деятельностного заключается в том, что осуществляется переход от узкого, предметного профессионализма к **универсальному профессионализму**, т. е. субъект способен решать задачи уже не в узко профессиональной области, а в межпредметной и, при необходимости, в смежных областях. При этом следует отметить, что слово «компетентность» использовалось и в деятельностном подходе как синоним слова «образованность».

При знаниевом и деятельностном подходах компетентность (образованность) определялась совокупностью ЗУНов (знаний, умений и навыков), приобретенных человеком в процессе обучения. Следует отметить, что при компетентностном подходе важность и необходимость ЗУНов не отрицается, однако компетентность определяется не объемом ЗУНов, а **способностью** субъекта решать поставленные проблемы.

Обратим внимание еще на один важнейший аспект различия деятельностного и компетентностного подходов [14]. Деятельностный подход характеризуется завершенностью, детерминизмом, линейностью и объективностью. Компетентностный подход – незавершенностью, флуктуациями, нелинейностью и субъективностью. Вместо четко определенной детерминированной профессиональной деятельности при внешних флуктуациях рынка труда возникает необходимость наличия способности к адаптации субъекта при возможной смене вида профессиональной деятельности, т. е. возрастает нелинейность развития профессиональной карьеры современного специалиста.

Таким образом, при знаниевом подходе исходят из того, что личностных результатов можно достичь за счет приобретения необходимого объема знаний; при деятельностном подходе способ закрепления знаний связан с конкретным, определенным видом деятельности, а при компетентностном подходе формируется **способность** субъекта самостоятельно и творчески решать задачи, возникающие в его профессиональной деятельности.

4. Энтропийный подход в системе высшего профессионального образования.

В связи с переходом российской высшей школы на новые стандарты в рамках компетентностной парадигмы образования резко возрастает степень неопределенности в системе подготовки специалистов, что, в свою очередь, приводит к дезорганизации образовательных систем, т. е. к разрушению существующих структур в организации учебного процесса и управлении образовательной деятельностью вузов. Увеличение неопределенности в образовательной системе связано со следующими факторами:

1) субъективное формулирование целей и результатов образования через заявленный набор общекультурных и профессиональных компетенций выпускника вуза с учетом требований потребителей;

2) резкая диверсификация образовательных программ по профилю и уровню подготовки выпускников ВО, ДПО и ППО;

3) индивидуализация образования и переход на новые образовательные технологии, т. е. постепенный отказ от групповой организации учебного процесса и переход на индивидуальные образовательные траектории в рамках кредитно-модульной организации учебного процесса в вузе.

Все это может привести и приводит к снижению порядка в образовательной системе вуза, количественной мерой которого является **энтропия** системы. Другими словами, образовательная система вуза на данном этапе находится в неравновесном состоянии и поэтому в ней должны произойти структурные изменения, способствующие достижению нового устойчивого состояния. Как в любой диссипативной системе в вузе возможны процессы **дезорганизации, организации и самоорганизации**. Как отмечено в [38], поиск оптимального соотношения самоорганизации и организации становится общей, фундаментальной основой парадигмы развития образовательных структур. Именно самоорганизация приводит к появлению новых структур и к увеличению порядка, что может компенсировать последствия дезорганизации – разрушение структур и снижение порядка системы. При этом оба этих процесса обычно протекают одновременно, увеличивая или снижая энтропию всей системы. Чем больше энтропия системы, тем меньше ее упорядоченность. Причем увеличению энтропии соответствует также «упрощение» системы, т. е. снижение ее индивидуальности по отношению к окружающему миру. В этом смысле система подготовки бакалавров, наверное, должна обладать меньшей энтропией по отношению к системе подготовки магистров, а подготовка аспирантов – большей энтропией по сравнению с подготовкой магистров.

Энтропия системы – макроскопическая величина, которая пропорциональна логарифму статистического веса, равному числу микросостояний системы. Под микросостоянием системы понимается один из возможных вариантов взаимодействия всех элементов системы в некоторый момент времени. Поэтому возможны два пути в управлении образовательной системой в новом неустойчивом состоянии. Исследовать поведение и взаимодействие всех элементов системы (участников образовательной деятельности), т. е. исследовать поведение системы на микроуровне, что не очень

продуктивно и мало эффективно, или исследовать поведение системы на макроуровне, управляя ее порядком путем снижения или повышения энтропии. Во втором случае можно создавать условия для самоорганизации системы и ждать появления новых структур, приводящих к новому устойчивому состоянию системы, или целенаправленно создавать новые структуры и управлять порядком системы путем добавления в нее отрицательной энтропии (негэнтропии), и тем самым снижая энтропию системы.

Одним из возможных подходов к управлению самоорганизацией образовательных систем в условиях большой неопределенности является компетентностный подход, обеспечивающий необходимые и достаточные условия повышения порядка в открытой системе за счет подключения активных элементов – участников образовательного процесса. Измеряемые отклонения от заданного уровня сформированности заявленных компетенций обучаемых приводят к снижению порядка системы, что обуславливает необходимость формирования управленческих воздействий, направленных на снижение энтропии за счет повышения уровня формируемых компетенций.

При энтропийном подходе под **компетентностью** выпускника вуза можно понимать способность снижать энтропию (повышать негэнтропию) системы профессиональных задач, которые существуют и могут возникнуть в сфере его будущей профессиональной деятельности.

Таким образом, применение совместно энтропийного и компетентностного подходов позволяет сформировать новую методологию управления сложными образовательными системами, направленную на формирование новых современных качеств выпускников высшей школы. Другими словами, повышение негэнтропии выпускника за счет повышения уровня сформированности его профессиональных компетенций способствует снижению энтропии системы профессиональных задач конкретного предприятия, на котором этому выпускнику предстоит осуществлять свою профессиональную деятельность.

1.3. Компетентностный подход в образовании

Компетенции – это способность и готовность выпускника ВО и ППО применять знания и умения при решении профессиональных задач в различных областях – как в конкретной области знаний, так и в областях, слабо привязанных к конкретным объектам, т. е. способность и готовность проявлять гибкость в изменяющихся условиях труда.

Также существует понятие компетенции, как способности применять приобретенные знания, умения и владения для успешного решения личностных и профессиональных задач. В общем случае компетенции: не сводимы к одной учебной дисциплине; объединяют знания, умения, владения и готовность мобилизовать их в конкретных ситуациях; ориентированы на потребности рынка труда. В литературе выделяются основные функции компетенций и их роль в обучении студентов:

- отражать социальную востребованность в гражданах, подготовленных к участию в жизни и деятельности;
- предоставлять обучающемуся условия реализации личностных смыслов;
- предоставлять возможность для целевого комплексного применения усвоенных знаний, умений и способов деятельности;
- предоставлять опыт деятельности в предметной области, необходимый студентам для формирования отношения к реальным объектам действительности и будущей специальности;
- быть одной из составляющих образовательных областей в качестве межпредметных образовательных элементов;
- объединить теоретические знания и применение теории на практике при решении поставленных задач;
- объединить в себе интегральные характеристики студента и средства организации комплексного социального и личностного развития.

Компетентностное обучение направлено не на увеличение объема информированности человека, а на обучение самостоятельно решать проблемы в незнакомых ситуациях. Компетентностный подход предусматривает обратную связь в системе образования, т.е. улучшение подходов к преподаванию в будущем через оценивание сформированности компетенций в настоящем, а также преемственное и согласованное обеспечение объективной контрольно-оценочной деятельности по сформированности компетенций на каждом значимом этапе обучения. В контексте системного подхода все формируемые компетенции рассматриваются как целостная система личностных свойств человека. Главными задачами при компетентностном обучении являются:

- методическое обеспечение самостоятельной работы студентов;
- разработка и применение адекватной системы оценивания результатов освоения ОПОП.

Требования к результатам освоения ОПОП включают в себя дифференциацию компетенций по кластерам и разработку поведенческих индикаторов и критериев их оценивания. Формируемые в ходе освоения ОПОП компетенции делятся на три кластера [5;41;123]:

- социально-личностные компетенции (СЛК)– группа компетенций, которые относятся непосредственно к человеку как к личности и к взаимодействию личности с другими людьми, группой и обществом;
- общенаучные компетенции (ОНК) – это способность и готовность научно анализировать проблемы и процессы сферы профессиональной деятельности, готовность к практическому использованию на практике базовых знаний и методов математики и естественных наук;
- профессиональные компетенции (ПК) – это способность субъекта профессиональной деятельности выполнять работу в соответствии с должностными требованиями.

Компетенции имеют межпредметный характер, т.е. в формировании компетенции может участвовать несколько дисциплин базового учебного плана (БУП) ОПОП, также, как и дисциплина БУП может участвовать в формировании нескольких компетенций. В рамках одного учебного плана все дисциплины разбиваются на три цикла:

- гуманитарный, социальный и экономический цикл (ГСЭ);
- математический и естественнонаучный цикл (МЕН);
- профессиональный цикл (П).

На этапе формирования целей образования в рамках компетентного подхода разрабатывается **компетентностная модель выпускника**.

Компетентностная модель выпускника (КМВ) – это совокупность планируемых образовательных целей и результатов освоения ОПОП, включающая перечень общекультурных и профессиональных компетенций и описание их структуры. Разработка КМВ является коллективным процессом, в котором участвуют представители выпускающей кафедры и профильных кафедр, участвующих в реализации данной ОПОП, а также представители основных работодателей [7;34;54;107;113], КМВ включает в себя:

- 1) Характеристику профессиональной деятельности будущего выпускника;
- 2) Общие требования к конечным результатам освоения ОПОП;
- 3) Таблица отношений между компетенциями и учебными дисциплинами ОПОП (матрица компетенций);
- 4) Паспорта всех компетенций, заявленных ОПОП.

Перечень компетенций имеет базовую и вариативную части. Профильная часть следует из ФГОС ВО, вариативная часть определяется профилем и дополняется вузом. В состав вариативной части входят **профильно-специализированные компетенции** и, в случае необходимости, иные компетенции, которые могут быть отнесены к любой из групп классификации. Из раздела 5 ФГОС ВО в качестве обязательных при освоении ОПОП выбираются все общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные

(по выбранным видам профессиональной деятельности) компетенции. В зависимости от профиля ОПОП и требований работодателей (отраслевых профессиональных стандартов) необходимо сформулировать и добавить в перечень профильно-специализированные компетенции, общее количество которых должно регламентироваться внутренним стандартом университета. Далее, прибегнув к дополнительным исследованиям актуальности компетенций, к примеру, анкетирование работодателей, преподавателей и выпускников, необходимо установить уровень важности каждой компетенции (**пороговый, средний, высокий**). После формирования перечня компетенций будущего выпускника и указания уровня важности для каждой из них, сформированный перечень должен быть оформлен в соответствии со стандартом вуза.

На этапе разработки КМВ определяется взаимосвязь дисциплин БУП и компетенций, формируемых в ходе освоения ОПОП. Данная взаимосвязь представляет собой матрицу компетенций, общий вид которой представлен на рисунке 1.2.

	Компетенции выпускника		Σ частей
Дисциплины и разделы ООП			
		C_i^j	Σ^M
Σ дисциплин		Σ_N	

Рисунок 1.2 – Матрица компетенций в общем виде

Порядок работы с матрицей компетенций описывается следующим образом:

- Список дисциплин и практических разделов ОПОП располагается по вертикали.
- Общекультурные и профессиональные компетенции, входящие в КМВ, располагаются по вертикали.
- На основе проведенного анализа необходимо установить соответствие компетенций и дисциплин. В начале устанавливается соответствие для дисциплин базовой части (из ФГОС ВО), а затем для вариативной (назначенных вузом).
- Далее нужно посчитать количество дисциплин, которые участвуют в формировании каждой компетенции. Рекомендовано, чтобы планируемое количество дисциплин, участвующих в формировании одной компетенции, не превышало пяти. Это связано с тем, что увеличение количества дисциплинарных составляющих компетенции резко затрудняет контроль уровня ее сформированности.
- По каждой дисциплине посчитывается число компетенций, в формировании которых она участвует; их общее количество устанавливается вузовским стандартом (как правило, одна учебная дисциплина может участвовать в формировании не более 3-х компетенций). Подобное ограничение связано с заданной трудоемкостью дисциплины, а также существенными трудностями при качественном планировании и контроле большого количества результатов обучения, ограниченного рамками одной учебной дисциплины.
- Для облегчения распределения трудоемкости по отдельным составляющим ОПОП, необходимо стремление к равномерному заполнению таблицы.

При построении компетентностной модели выпускника необходимо детализировать перечень компетенций на всех этапах освоения ОПОП. Под детализацией понимается процесс декомпозиции компетенции на компоненты и последующей интеграции до уровня оперируемости, предоставляющей возможность измерить отдельные компоненты, а также синтезировать

составляющие компетенции на различных стадиях образовательного процесса.

Процесс детализации компетенции состоит из следующих этапов:

- 1) Разработка дескрипторов уровней освоения компетенции;
- 2) Выявление компонентов компетенции как ожидаемых результатов обучения;
- 3) Выявление в образовательной программе области содержательной структуры, обеспечивающей формирование компетенций;
- 4) Построение иерархии, позволяющей контролировать процесс формирования компетенции;
- 5) Разработка **паспорта компетенции**, отражающего процесс ее декомпозиции.

Паспорт компетенции содержит развернутые характеристики требований к результатам обучения, относящимся к одной конкретной компетенции. Паспорт компетенции включает в себя карту компетенции; образовательные дескрипторы, отличительные признаки уровней освоения заявленной компетенции; компоненты компетенции и их содержательную структуру; дисциплинарные карты компетенции; матрицу оценки результатов образования [62].

Карта компетенции состоит из планируемых результатов обучения в отношении формируемой компетенции, как совокупности ее компонентов *знаний, умений и владений*, а также является характеристикой программы освоения всей компетенции подготовки студентов по вузовской ОПОП. В дополнение карта компетенции может содержать предполагаемые технологии и средства для формирования и оценки состава данной компетенции по компонентам.

1.4. Концептуальная модель системы оценивания

Важнейшей задачей функционирования любого университета является обеспечение гарантированного качества подготовки его выпускников. Для решения этой задачи необходимо разработать систему оценивания результатов образования обучающихся в вузе. В условиях реализации ФГОС ВО это предполагает оценку уровня сформированности компетенции студентов и

выпускников вуза, что, в свою очередь, обуславливает необходимость каждому вузу создать фонды оценочных средств (ФОС) с учетом особенностей реализуемых основных профессиональных образовательных программ (ОПОП).

Под ФОС понимается комплект методических и контрольных измерительных материалов, предназначенных для установления соответствия требованиям ФГОС ВО, вуза и основных работодателей к уровню освоения ОПОП по определенному направлению или специальности ВО в категориях компетентностного подхода. В настоящее время общепризнанные методы оценки уровня сформированности заявленных в ОПОП ВУЗа компетенций выпускников *отсутствуют*. Поэтому разработка ФОС вуза в рамках реализации компетентностного подхода требует создания целостной системы оценивания результатов образования (СОРО) в университете, включающей ФОС для каждой реализуемой ОПОП, а также методическое, математическое и информационное обеспечение процесса оценивания текущего уровня формирования компетенций как отдельного студента, так и уровня сформированности компетентности выпускников по каждой ОПОП вуза и по университету в целом.

Фонды оценочных средств предоставляют возможность для объективного и корректного определения соответствия результатов образования и процесса учебно-профессиональной деятельности студентов, а также освоенных ими компетенций, соответствующим требованиям, которые установлены в образовательных и профессиональных стандартах. Для корректной оценки сформированности компетенций ФОС должны соответствовать следующим требованиям:

1. Иметь междисциплинарный характер, связывающий теорию и практику;
2. Быть ориентированным на проблемно-деятельностный подход;
3. Быть ориентированным на применение усвоенных знаний и умений в нестандартных ситуациях;
4. Содержать актуализированные задания по профессиональной деятельности;

5. Обязательное прохождение экспертизы в профессиональном сообществе;
6. Связывать критерии с запланированными результатами образования.

Предложенная структурная схема системы оценивания результатов образования в вузе представлена на рисунке 1.3.

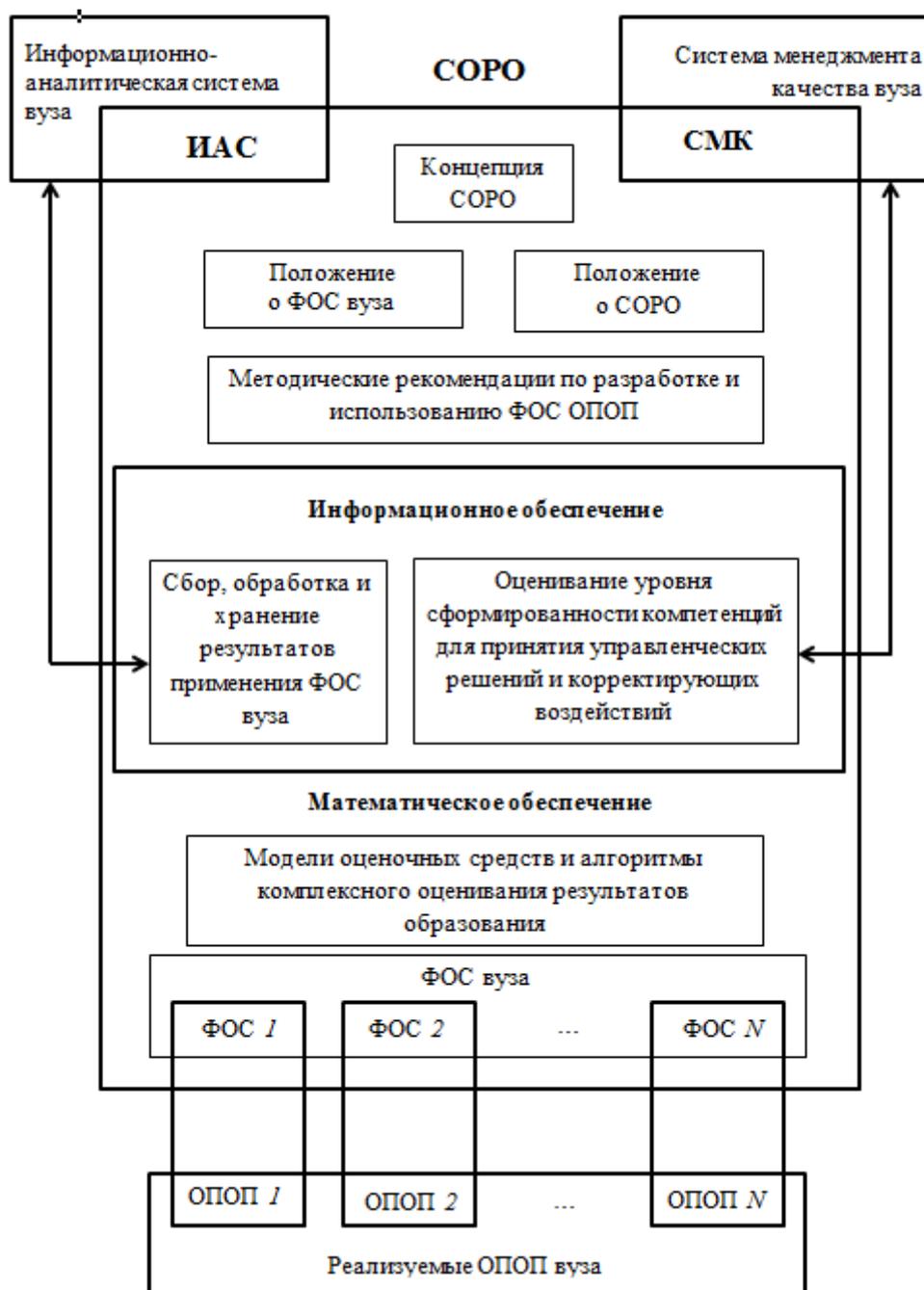


Рисунок 1.3. – Структурная схема системы оценивания результатов образования в вузе

Из структурной схемы видно, что СОРО базируется на ФОСах всех образовательных программ, реализуемых в вузе и включает методическое, информационное и математическое обеспечение. К методическому относятся нормативные документы и методические рекомендации по разработке и использованию ФОС ОПОП. Фонды оценочных средств должны: адекватно и в полной мере отражать требования ФГОС ВО, соответствовать учебному плану, определенному ОПОП, а также ее целям и задачам; по возможности учитывать все взаимосвязи между знаниями, умениями, владениями, позволяющие определить качество сформированных компетенций по видам деятельности; позволять оценить уровень общей подготовки будущих выпускников к дальнейшей профессиональной деятельности и качество сформированных общекультурных и профессиональных компетенций; позволять оценить способности студентов к творческой деятельности; включать типовые задания, контрольные работы, тесты, кейсы и др. измерители. Жизненный цикл ФОС:

- 1) Выбор дидактических единиц, критериев их освоения и последовательности предъявления заданий;
- 2) Разработка и апробация пилотных заданий;
- 3) Коррекция структуры ФОС и содержания тематических заданий по результатам апробации;
- 4) Верификация и валидация оценочных средств;
- 5) Штатное применение ФОС с периодическим обновлением.

Информационное обеспечение включает компоненты сбора, обработки и хранения текущих и агрегированных результатов образования студентов, компонент комплексного оценивания уровня сформированности и компонент поддержки управленческих решений на основе анализа полученных результатов образования по отдельным учебным дисциплинам и ОПОП вуза. К математическому обеспечению СОРО относятся модели оценочных средств и алгоритм комплексного оценивания уровня сформированности компетенций на различных этапах реализации ОПОП. Алгоритм оценивания должен быть достаточно универсальным, базироваться на компетентностном подходе и

научно обоснованных методах измерения, анализа и оценки результатов образования.

Создаваемая в вузе СОРО должна быть интегрирована с общей информационно-аналитической системой (ИАС) вуза, содержащей данные о контингенте студентов, учебных планах и результатах рубежной, промежуточной и итоговой государственной аттестации, а также с системой менеджмента качества (СМК) вуза, содержащей требования к качеству обучения по каждой учебной дисциплине и ОПОП в целом. Разрабатываемая СОРО должна обладать следующими функциями: получение всей необходимой структурированной информации из ИАС вуза; предоставление диалогового интерфейса для работы экспертов, а также других работников вуза; произведение расчетов для комплексного оценивания уровня сформированности компетенции студентов, групп студентов, направлений подготовки и т.д.; предоставление возможности автоматического оформления результатов образования в форме отчетной документации для дальнейшего предоставления в СМК вуза в виде предлагаемых вариантов корректирующих действий, направленных на повышение качества образовательных услуг, описанных в разделе 1.1.

Управление вузом как сложной социальной системой требует анализа информационных потоков по различным видам деятельности. Автоматизация процессов управления вузом является очень сложной и многогранной задачей, процесс разработки комплексной информационно-аналитической системы управления направлен не только на автоматизацию и поддержку уже сложившихся управленческих процессов, но и на решение постоянно возникающих новых задач. Постоянное совершенствование внутренних бизнес-процессов вуза обязательно должно быть реализовано в ИАС. Вот лишь некоторые интересные с точки зрения диссертационного исследования задачи, стоящие перед ИАС вуза:

1. Реализация образовательных программ в текущем году, их обеспеченность в соответствии с требованиями федеральных государственных образовательных стандартов и самостоятельно устанавливаемых образовательных

стандартов (компетентностные модели выпускников, основные и рабочие учебные планы, рабочие программы учебных дисциплин, программы практик и итоговой государственной аттестации, фонды оценочных средств и т. д.).

2. Планирование учебного процесса по каждой образовательной программе для различных форм обучения, включая привязку каждой учебной дисциплины к преподавателям, ведущим в текущем учебном году по ним все виды занятий.

3. Характеристика профессорско-преподавательского состава вуза, включая привязку штатных, внештатных преподавателей, совместителей и почасовиков к кафедрам, на которых они ведут учебную работу.

4. Распределение учебной нагрузки между кафедрами университета и отдельными преподавателями.

5. Распределение контингента по направлениям/специальностям, профилям, специализациям, уровням подготовки, курсам обучения и студенческим группам.

6. Сопровождение учебных дисциплин по выбору в рамках рабочих учебных планов с привязкой к выбравшим их студентам.

7. Составление портфолио контингента студентов по направлениям/специальностям, уровням и формам обучения в привязке к студенческим группам.

8. Обеспечение движения и анализ состояния контингента вуза с конкретизацией до конкретного студента.

9. Мониторинг результатов текущего, рубежного и итогового контроля знаний студентов всех форм и уровней обучения.

10. Мониторинг результатов итоговой государственной аттестации выпускников всех направлений, специальностей и уровней подготовки по всем формам обучения.

Решение данного комплекса задач невозможно без анализа информационных потоков, циркулирующих в системе. В реализации процессов образовательной деятельности участвует большое количество структурных

подразделений, а информационные потоки разного содержания и интенсивности устанавливают взаимосвязь между ними. То есть движение информационных потоков между ними представляет собой замкнутые циклы, образующие многоконтурную информационную образовательную систему, что может говорить о существовании единого информационного образовательного пространства вуза, включающего образовательные пространства структурных подразделений, участвующих в образовательной деятельности и связывающие их информационные потоки. Высокая динамика образовательной деятельности, вызванная быстро меняющимся законодательством в области образования, условиями финансирования, требованиями работодателей, уровнем контингента, условиями функционирования и т. д., требует еще большей интеграции информационных образовательных потоков.

Взаимодействие СОРО и ИАС вуза должно осуществляться посредством обмена пакетами данных ранее оговоренного формата. Из ИАС должна поступать вся необходимая информация по контингенту вуза, реализуемым ОПОП, а также результатам промежуточных и итоговых государственных аттестаций студентов вуза. После получения комплексных оценок результатов образования СОРО предоставляет все необходимые отчеты сотрудникам СМК, которые, проведя анализ полученных результатов, принимают те или иные управленческие решения по повышению качества образовательных услуг, предоставляемых вузом.

Выводы по первой главе

1. Установлена связь процесса оценивания результатов образования с другими основными процессами реализации образовательных программ вуза. Показано, что данный процесс является важным компонентом СМК вуза и существенно влияет на эффективность принимаемых решений по улучшению качества образования и установлению соответствия требованиям работодателей, сформулированных в форме набора заявленных компетенций выпускника вуза.

2. Подчеркивается, что компетенция является сложным и многогранным понятием, определяемым покомпонентно как триада ЗУВ: знания, умения, владения и зачастую имеющую неоднозначно понимаемую формулировку. Это порождает определенные сложности при измерении уровня сформированности компетенции. Поэтому для оценки результата освоения компетенции производится ее декомпозиция до уровня оперируемости, т.е. возможности измерения получаемого результата на уровне каждого компонента.

3. Так как компетенция может формироваться при освоении нескольких учебных дисциплин, то производится ее декомпозиция на дисциплинарные компетенции – составляющие заявленной компетенции выпускника, формируемые в рамках одной дисциплины. Формирование части компетенции в рамках конкретной дисциплины происходит в процессе постепенного освоения ее составляющих (компонентов ЗУВ), успешность данного процесса необходимо фиксировать как достигнутый и оцененный результат.

4. Вследствие большого объема обрабатываемых данных оценивание результатов образования в рамках всего вуза требует разработки автоматизированной информационной системы оценивания (АИСО), позволяющей производить измерения уровней сформированности компетенций студентов с целью контроля качества образования. Данная система должна получать необходимую информацию из ИАС по контингенту, образовательным программам, реализуемым в вузе, а также о данных мониторинга и контроля текущих результатах образования студентов. Основной функцией АИСО является получение комплексных оценок уровня сформированности заявленных компетенций на всех этапах

реализации ОПОП вуза на основе разработанного алгоритма, входящего в математическое обеспечение АИСО.

2. Математическое обеспечение системы оценивания и управления в образовательных системах

2.1. Энтропийный и неэнтропийный подходы к управлению образовательными процессами

Энтропия системы. Следует отметить, что система обладает определенной самостоятельностью по отношению к элементам, ее образующим. Как отмечено в [118], наблюдая за поведением каждого элемента и зная все свойства этих элементов, невозможно предвидеть их коллективное поведение, зависящее как от влияния внешней среды, так и от взаимодействия между элементами. Например, изучая поведение каждого студента, нельзя предсказать изменение организации образовательной деятельности вуза. Поэтому управление организацией сложной системы более эффективно проводить на «макроуровне», а в качестве меры организованности системы выбрать **энтропию**. Обозначим $X=(x_1, x_2...x_n)$ – множество значений фазовых координат для n элементов системы в некоторый момент времени, которое характеризует микросостояние системы. Фазовым пространством будем считать пространство, точками которого являются микросостояния в различные моменты времени. Каждое состояние системы может быть реализовано собственным набором микросостояний. Число всех неповторяющихся микросостояний из этого набора называется статистическим весом данного состояния и обозначается W . Пусть задана функция распределения микросостояний $f(X)$. Тогда энтропия системы в статистическом смысле может быть определена следующим образом:

$$E = k \ln W = - k \int_X f(X) \ln f(X) dX, \quad (2.1)$$

где dX – элемент фазового пространства; k – некоторая постоянная, соответствующая природе исследуемой системы (в физических системах это постоянная Больцмана).

« X » под знаком интеграла указывает на то, что интегрирование ведется по всем микросостояниям X в области, которую занимает в фазовом пространстве данное состояние. При этом считается, что согласно нормировке, вероятность

того, что данное состояние реализовано любым микросостоянием, принадлежащим данной области, равна 1.

Из формулы (2.1) видно, что выражение для энтропии содержит только функцию распределения некоторой переменной и, тем самым, характеризует только вероятностные свойства фазового пространства. Это означает, что формула (2.1) применима для описания не только физических, но и систем другой природы, в том числе и образовательных систем.

Энтропия является количественной мерой беспорядка в системе. Чем больше энтропия состояния системы, тем большим числом способов взаимодействия элементов системы оно может быть реализовано, и тем менее оно упорядочено. Для абсолютного порядка, когда возможен лишь один вариант взаимодействия элементов системы (W равен одному микросостоянию), энтропия $E = 0$. Другими словами, процессы увеличения беспорядка сопровождаются увеличением E , а процессы упорядочения – уменьшением E .

Известно [118], что в абсолютно замкнутой системе все необратимые процессы сопровождаются увеличением энтропии, по окончании которых энтропия принимает максимальное значение, т.е. приращение энтропии в абсолютно замкнутой системе не может быть отрицательным:

$$\Delta E \geq 0 \quad (2.2)$$

Однако абсолютно замкнутых систем в природе не существует. Реальные системы можно считать приблизительно замкнутыми. Существует такая степень не замкнутости (открытости) системы, при которой закон возрастания энтропии действует. При этом внешнее воздействие на систему ограничивает число возможных микросостояний, уменьшая ее энтропию. Действительно, пусть равновесное состояние замкнутой системы описывается переменной X , а $f(X)$ – ее функция распределения. Взаимодействие с внешним миром размыкает систему и приводит к появлению в ней особенностей, описываемых новой переменной Y с функцией распределения $f(Y)$. При этом распределение X теперь должно учитывать распределение Y . В результате $f(X)$ перейдет в условную функцию распределения $f(X/Y)$, а энтропия $E(X)$ – в условную энтропию $E(X/Y)$:

$$E(X/Y) = -k \int \int_{XY} f(XY) \ln f(X/Y) dXdY. \quad (2.3)$$

При этом справедливы утверждения:

- 1) $E(XY) = E(X/Y) + E(Y) = E(Y/X) + E(X)$.
- 2) $E(X) > E(X/Y)$.

Однако эти утверждения выполняются при условии, что изменение энтропии системы намного больше изменения энтропии внешней среды, вызванное их взаимодействием. Такая внешняя среда называется **энтростатом**, т.е. можно пренебречь изменением энтропии энтростата в сравнении с изменением энтропии в исследуемой системе.

Например, рассмотрим две системы подготовки магистров в разных вузах. В рамках вузовской кооперации магистранты одного вуза могут изучать учебные дисциплины в другом вузе и наоборот. Тогда имеем дело с двумя открытыми системами, которые друг для друга не являются энтростатами. Если же магистранты вуза могут осваивать часть ОПОП в различных вузах по их выбору, то для магистратуры вуза образовательная система других вузов может считаться энтростатом.

Все изменения, происходящие во время взаимодействия системы и энтростата, относятся к самой системе. В силу чего для данной системы справедливо:

$$E(X) > E(X/Y), \quad (2.4)$$

где $E(X)$ – значение энтропии замкнутой системы в равновесном состоянии; $E(X/Y)$ – условная энтропия, которая соответствует значению энтропии при стационарном состоянии, отличающемуся от замкнутой системы изменениями в структуре, которые проявляются за счет внешнего воздействия энтростата и описываются переменной Y .

Согласно (2.4) можно сравнивать энтропию открытых систем. Для этого введем некоторый феноменологический параметр α , который назовем **степенью открытости системы**. Данный параметр характеризует величину всех изменений, которые произошли с системой в результате ее взаимодействия с энтростатом. Тогда из (2.3) следует:

$$E_{\alpha=0} > E_{\alpha_1} > E_{\alpha_2} > \dots, \quad (2.5)$$

где $\alpha_2 > \alpha_1$; $E_{\alpha=0} = E_{A3}$ – энтропия абсолютно замкнутой системы.

Из (2.5) следует, что для каждой степени открытости системы α существует свое стационарное значение E_α . При этом, если энтропия в системе больше этого значения, то в системе будут преобладать процессы, уменьшающие энтропию, и наоборот, если $E < E_\alpha$, то в системе будут преобладать процессы, увеличивающие энтропию. Если $E = E_\alpha$, то действия процессов, уменьшающих и увеличивающих энтропию, будут компенсировать друг друга и система будет находиться в стационарном состоянии.

Обозначим уровень порядка системы в стационарном состоянии как:

$$\Delta E_\alpha^* = E_\alpha - E_{A3} < 0 \quad (2.6)$$

Тогда изменение энтропии системы со степенью открытости α в стационарном состоянии равно:

$$\Delta E_\alpha = \Delta E_{A3} + \Delta E_\alpha^* \quad (2.7)$$

Из (2.7) следует, что в открытой системе общее приращение энтропии складывается из всегда положительного приращения $\Delta E_{A3} > 0$, обусловленного исключительно действием закона возрастания энтропии, и отрицательного приращения $\Delta E_\alpha^* < 0$. Поэтому величина ΔE_α^* называется *критическим уровнем упорядочения системы*, которому однозначно соответствует степень открытости системы α . В случаях, когда система организована ниже критического уровня, в ней преобладают процессы, способствующие увеличению порядка, в случаях, когда выше – преобладают процессы дезорганизации.

Отсюда следует вывод, что размыкание системы приводит к ее упорядочению и самоорганизации, а замыкание – к дезорганизации.

Следует отметить, что основной сложностью использования энтропийного подхода при исследовании образовательного процесса является невозможность оценки энтропии системы в различные моменты времени. Поэтому в работе предлагается наряду с энтропийным использовать неэнтропийный подход к управлению в образовательных системах. Считается, что в ходе образовательного процесса вносится вклад в снижение исходного уровня

энтропии системы за счет внесенной негэнтропии, которая в отличие от энтропии допускает возможность измерения ее уровня и выделения ее в качестве регулируемой величины. Под негэнтропийным процессом в данном случае предлагается понимать наблюдаемый с помощью специально разрабатываемых инструментов процесс накопления в образовательной системе дополнительной полезной информации в ходе реализации профессиональной подготовки. Негэнтропию предлагается измерять в условных единицах. Например, при оценке негэнтропии обученности студентов предлагается использовать зачетные единицы, выделенные на освоение некоторой учебной дисциплины, при изучении которой происходит накопление полезной информации и снижение энтропии (повышение упорядоченности) системы знаний и компетенций студентов. Следует отметить, что при такой оценке вводится поправочный коэффициент усвоения полезной информации, который определяется экспертным путем.

В этом случае накопление негэнтропии можно оценивать путем суммирования или агрегирования частных образовательных результатов каждого студента, учебной группы или всего вуза в целом. Такой синергетический подход позволяет достаточно эффективно управлять качеством подготовки каждого студента, качеством отдельной образовательной программы, а также качеством всей образовательной системы вуза.

При использовании негэнтропийного подхода для управления в образовательных системах вуза предлагается два алгоритма. Первый алгоритм основан на прямом измерении негэнтропии системы и выбора негэнтропии в качестве управляющего параметра. Например, при определении качества подготовки выпускника через уровень освоения заявленного перечня компетенций считается, что общая компетентность выпускника, зависящая от набора сформированных компетенций, определяется его способностью повышать негэнтропию производственной системы путем решения профессиональных задач. Измеряя негэнтропию выпускника вуза в процессе освоения образовательной программы путем оценивания и агрегирования его промежуточных образовательных результатов, можно производить сравнение с

заданным уровнем негэнтропии и в случае отклонения осуществлять управленческие воздействия на образовательный процесс.

В основу второго алгоритма положен принцип отражения А.И. Субетто [108], согласно которому «качество процесса переносится (отражается) на качество результата». В частности, качество подготовки выпускника вуза определяется качеством основных процессов образовательной деятельности, к которым можно отнести планирование образовательных программ, составление учебных планов, реализацию образовательных программ, текущий, промежуточный и итоговый контроль качества обучения и т.п. В свою очередь, каждый процесс определяется набором параметров, влияющих на проявления «некачественности» образовательного процесса. Другими словами «некачественность» (негэнтропию) системы можно рассматривать как функционал от некоторого набора параметров процессов, протекающих в данной системе.

Учебные процессы в современном вузе в отличие от процессов, протекающих в технических системах, образуют социальную систему, состоящую из целей, содержания, методов, организации, форм и средств обучения, а также различных субъектов образовательной деятельности, например, студентов и преподавателей.

Преобразование некомпетентных или малокомпетентных абитуриентов и студентов до уровня высококомпетентных выпускников является основной целью образовательной деятельности вуза, соответствующей ФГОС ВО. Однако при отсутствии квалифицированных преподавателей, а также современных и качественных образовательных технологий, достижение данной цели представляется невозможным. Поэтому, повышение качества основных элементов учебного процесса – студентов, преподавателей, а также образовательных технологий, используемых в образовательном процессе, является объектом управления. В соответствии с образовательными стандартами третьего поколения и далее, базирующимися на компетентностном подходе, достигнутый в каждый момент времени уровень компетентности студентов является интегральным показателем качества этих элементов. В ходе всего срока

обучения данный уровень должен планомерно повышаться от уровня начальной компетентности абитуриента до итогового уровня компетентности выпускника вуза. При этом ОПОП должна предусматривать наличие контрольных точек и соответствующих им целевых дескрипторов (описателей уровня обученности студента). Текущее качество студентов прямо отражается в динамике уровня компетентности, а качество преподавателей и используемых ими образовательных технологий отражаются в данной динамике косвенно.

2.2. Кривые научения

Самый простой путь получения комплексной оценки уровня сформированности отдельной компетенции – это простое осреднение всех итоговых оценок промежуточной аттестации, полученных студентом при освоении дисциплин (разделов), участвующих в формировании этой компетенции. Кстати, таким путем идут во многих вузах. Однако, такой подход не позволяет получить объективную оценку в силу принятых гипотез равнозначности всех оценок и линейности свертки.

Для того, чтобы избежать равнозначность вклада различных дисциплин при линейном свертывании частных оценок возможно введение весовых коэффициентов, учитывающих важность каждой дисциплины (например, с учетом объема трудоемкости дисциплины) при формировании соответствующей компетенции. Однако, это, во-первых, требует субъективных оценок весовых коэффициентов, а, во-вторых, такой подход не учитывает нелинейность процесса формирования компетенции и особенности освоения учебного материала при изучении различных дисциплин (практических разделов) образовательной программы.

Недостаток *линейного* свертывания можно исключить использованием нелинейных сверток, в частности, матричных, которые учитывают предпочтения экспертов на влияние каждой частной оценки конкретных дисциплин на общий уровень сформированности компетенции. Однако, это требует дополнительной экспертизы, что затрудняет применение данного подхода в условиях учебного процесса вуза.

Можно избежать всех перечисленных сложностей, применив методику, которая основана на построении *кривых научения* (КН) [81], учитывающих как нелинейность процесса формирования компетенции, так и особенность достижения образовательных результатов в рамках освоения отдельных дисциплин. Многие исследователи занимались проблемой построения кривых научения [65;80;81;126]. При этом в работе [126] утверждается, что не существует общей (универсальной) кривой «научения». Однако большинство исследователей считают, что существуют общие закономерности для систем живой природы, которые позволяют строить кривые «научения» для конкретных обучаемых систем. При этом исследователи искусственно упрощают модели живых систем, делая их поддающимися анализу.

В процессе формирования компетенции у студента происходит повышение упорядоченности его знаний в некоторых предметных, а также межпредметных областях, т.е. происходит снижение энтропии обучающегося в ходе приобретения и усвоения полезной информации – **негэнтропии**. В данной работе предлагается сопоставление текущего уровня сформированности компетенции с количеством накапливаемой у студента на протяжении образовательного процесса информации, которая может измеряться в зачетных единицах или академических часах. Стоит отметить, что процесс накопления негэнтропии для всех дисциплин разный и имеет нелинейный характер. В общем виде количество накопленной негэнтропии может быть записано в следующем виде:

$$\bar{E}_{ij} = f_{ij}(T_j, x_j) \quad (2.8)$$

здесь \bar{E}_{ij} – количество накопленной студентом полезной информации в ходе освоения дисциплинарной компетенции; T_j – трудоемкость дисциплины в условных единицах (зачетные единицы или академические часы); x_j – балльная оценка, полученная студентом при освоении дисциплины; f_{ij} – кривая «научения», определяемая для каждой j -ой дисциплины в ходе формирования i -ой компетенции, зависящая от сложности учебного материала к усвоению студентом, вид данной зависимости на рисунке 2.1.

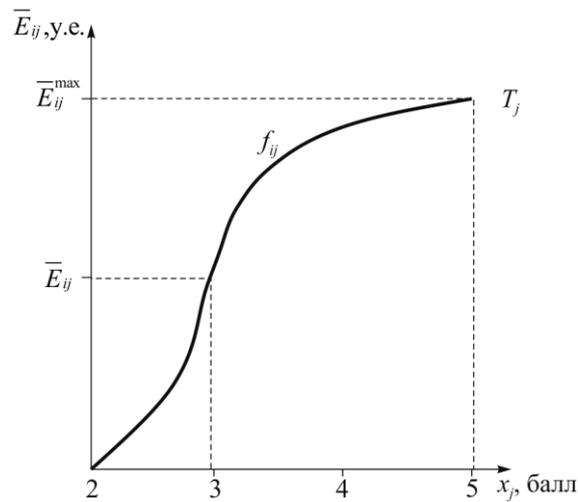


Рисунок 2.1 – Зависимость накопленной негэнтропии в процессе формирования i -й компетенции от трудоемкости j -й дисциплины и оценочных данных x_j

В данной работе рассматриваются два процесса усвоения полезной информации в ходе обучения: итеративный и логистический. В итеративном процессе заложена гипотеза о том, что скорость усвоения информации пропорциональна скорости ее поступления и уменьшается с ростом уже усвоенной информации, тогда данный процесс описывается следующим уравнением [85]:

$$\frac{dy}{dt} = \alpha \frac{dI}{dt} - \gamma y; \quad 0 < \alpha < 1; \quad \gamma > 0, \quad y(0) = y_0 \quad (2.9)$$

где t – время обучения, y – количество усвоенной полезной информации на момент времени t , I – количество поступившей полезной информации на момент времени t , α – коэффициент усвоения полезной информации, γ – коэффициент забывания ранее усвоенной информации. Приняв гипотезу о том, что количество информации, поступающей в единицу времени, постоянно ($I(t) = kt$, где коэффициент k зависит от вида и технологии передачи информации по соответствующей дисциплине), и решив (2.9), получаем следующее соотношение, характеризующее экспоненциальную кривую научения (рисунок 2.2 слева):

$$y(t) = y_{\max} + (y_0 - y_{\max}) \exp(-\gamma t), \quad t \geq 0, \quad \gamma > 0, \quad y_{\max} > y_0, \quad (2.10)$$

где t – время обучения, $y(t)$ – уровень накопленной негэнтропии на момент времени t , y_0 – начальное значение количества негэнтропии, $y_{\max} = \frac{\alpha k}{\gamma}$ – максимально возможное значение накопленной негэнтропии.

Логистический процесс формирования умений и владений у студентов предполагает наличие необходимых знаний, от объема которых зависит скорость обучения методам решения поставленных задач. Кроме того, эта скорость также определяется относительным объемом еще неосвоенной необходимой информации для применения полученных знаний при решении практических задач. Тогда процесс формирования умений и владений у студентов можно описать следующим уравнением [85]:

$$\frac{dy}{dt} = \gamma y \left(\frac{J - y}{J} \right) \quad (2.11)$$

Здесь под J понимается общее количество информации, необходимое для формирования умений и владений в некоторой предметной области. Решив (2.11), получим зависимость, характеризующую логистическую кривую научения (рисунок 2.2 справа):

$$y(t) = y_{\max} y_0 / (y_0 + (y_{\max} - y_0) \exp(-\gamma t)), \quad t \geq 0, \quad \gamma > 0, \quad y_{\max} = I > y_0 \quad (2.12)$$

В отличие от экспоненциальной логистическая кривая научения [80;122] характеризуется наличием начального пологого участка накопления учебной информации, после которого происходит резкое увеличение скорости усвоения информации.

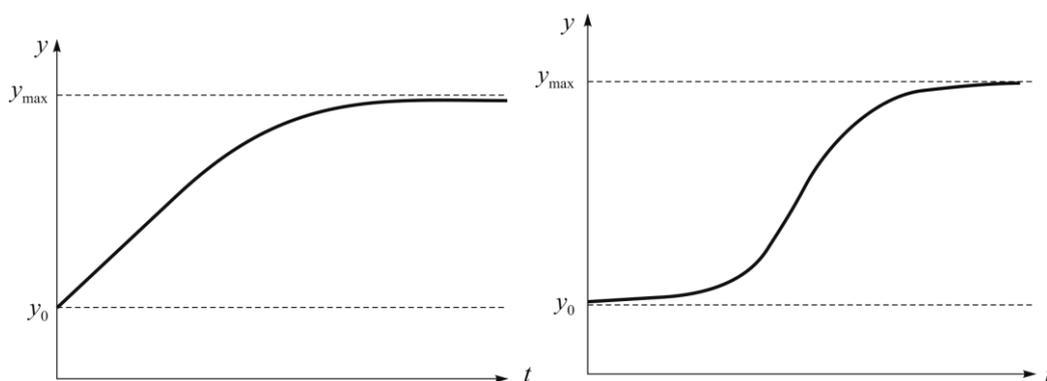


Рисунок 2.2 – Экспоненциальная и логистическая кривая научения

Вид кривой научения может быть определен для группы компетенций, входящей в иерархию компетентностной модели выпускника, в рамках которой могут быть отдельно выделены гуманитарные, социальные и экономические (ГСЭ) компетенции, математические и естественнонаучные (МЕН) компетенции и профессиональные (П) компетенции [55].

Компетенция как междисциплинарная величина формируется в рамках изучения нескольких дисциплин. При этом кривые научения формирования

части компетенции в рамках одной дисциплины, в силу принятой гипотезы аддитивности, будут иметь такой же вид как для всей компетенции в целом. А это значит, что процесс формирования компетенции происходит во времени и, следовательно, формирование каждого компонента характеризуется многоэтапной кривой научения. Складывая уровни наученности покомпонентно (по знаниям, умениям и владениям), можно получить обобщенную кривую [37], качественный вид которой представлен на рисунке 2.3.

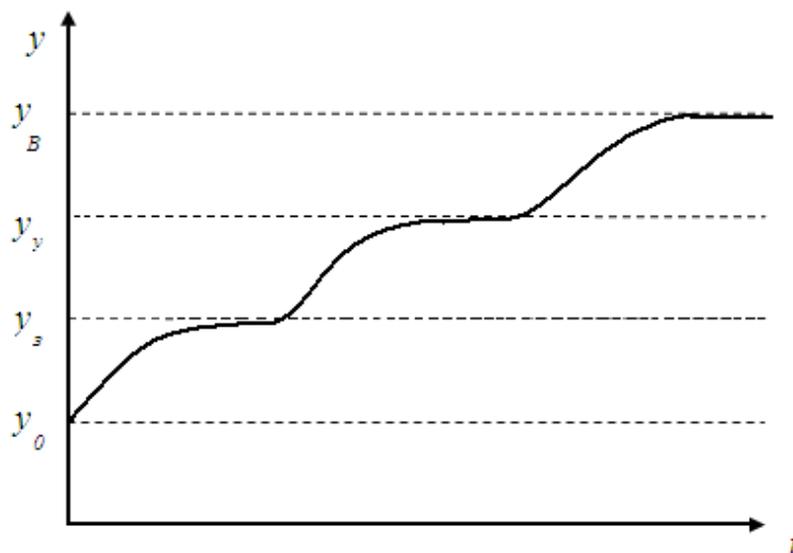


Рисунок 2.3 – Кривая научения при формировании профессиональной компетенции

Уровень сформированности дисциплинарной компетенции после окончания процесса изучения учебной дисциплины оценивается как определенное количество негэнтропии, которая приводит к упорядочиванию знаний студента в конкретной предметной области. С ростом количества негэнтропии растет подготовка студента к выполнению профессиональной деятельности. Как не раз упоминалось выше, процесс накопления знаний, умений и владений носит нелинейный характер, и вид этой нелинейности для каждой дисциплины различный, что задается кривой научения, определяемой экспертом. В роли экспертов могут выступать опытные преподаватели вуза, ответственные за те или иные дисциплины ОПОП.

На рисунке 2.4 показан нелинейный процесс формирования результатов образования: знать, уметь и владеть в рамках отдельно взятой учебной дисциплины.

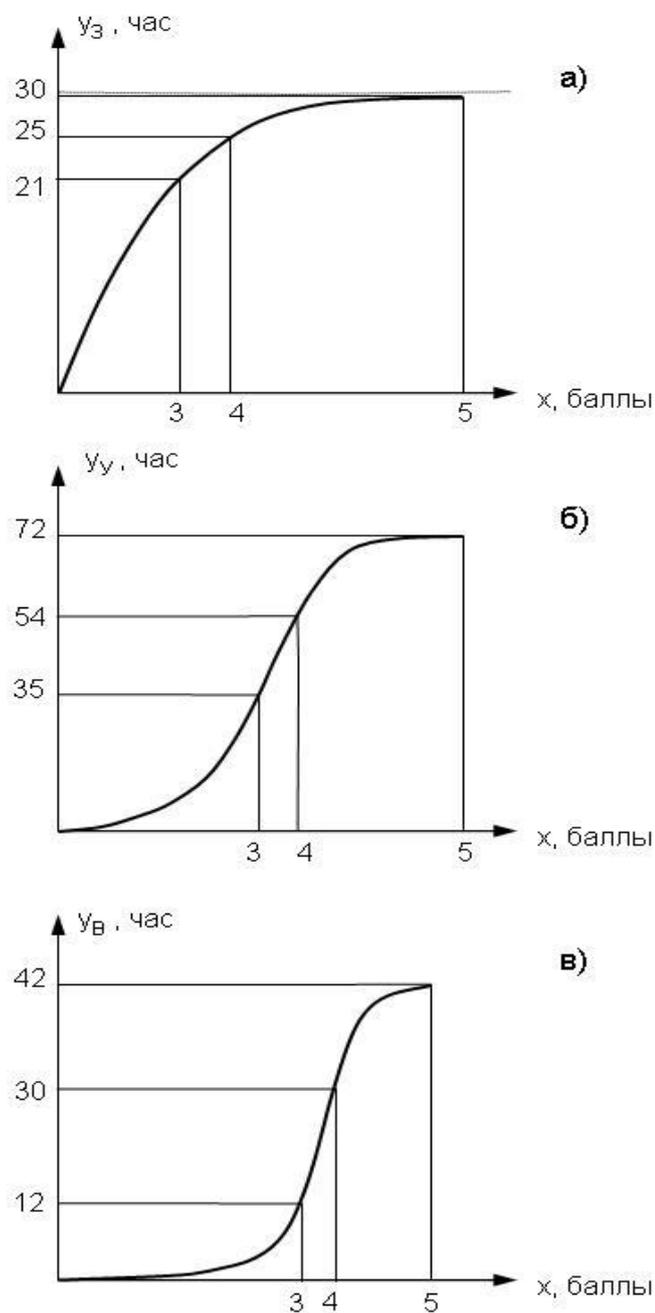


Рисунок 2.4 – Зависимость количества полезной информации при формировании компонентов i -той компетенции от трудоемкости j -той дисциплины и оценочных данных x_j

По оси ординат указаны уровни усвоения соответствующих компонентов компетенции (в часах трудоемкости), причем максимальный уровень

соответствует количеству часов, выделенных на освоение данного компонента. По оси абсцисс приведены баллы, полученные студентом при промежуточной аттестации за соответствующий компонент дисциплинарной компетенции. Соответствие между уровнем усвоения (в часах трудоемкости) и баллами задается экспертом для каждой дисциплины. Следует отметить, что эти КН задаются один раз для групп различных дисциплин (гуманитарных, естественно-научных и профессиональных) и учитывают весь опыт преподавания в данной предметной области.

Таким образом, с помощью «кривых научения» устанавливается взаимосвязь между оценками студентов и уровнем сформированности отдельных компонентов и частей заявленных компетенций. Особо следует отметить тот факт, что предлагаемая методика позволила привести все оценки к *одной* шкале, задаваемой в условных единицах (часах трудоемкости), что, в свою очередь, позволяет *просто суммировать* все частные результаты образования при комплексном оценивании уровня сформированности компетенции. При этом значительно упрощается методика оценивания уровня сформированности компетенций.

2.3. Оценивание уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций на основе кривых научения

Оценка уровня освоения заявленных в основной профессиональной образовательной программе (ОПОП) компетенций студентами вуза производится при изучении учебных дисциплин, освоении практических разделов ОПОП и государственной итоговой аттестации (ГИА). Видами ГИА являются государственный экзамен (ГЭ) и защита выпускной квалификационной работы (ВКР). Достаточно подробно инструментарий квалиметрии компетенций рассмотрен в работе [46], а более частные вопросы измерения дисциплинарных компетенций и отдельных профессиональных компетенций – в работе [39].

Реализацию ОПОП вуза в ходе учебного процесса условно можно разбить на 3 составляющие: формирование знаний, умений и владений. Знания формируются в ходе посещения лекций по учебным дисциплинам, в процессе выполнения расчетных, лабораторных и курсовых работ и индивидуальных

заданий происходит формирование умений, владения формируются при выполнении различных междисциплинарных практических разделов ОПОП, таких как НИРС, ВКР и прохождение производственных и научно-исследовательских практик. Примеры кривых научения при последовательном формировании двух дисциплинарных компетенций представлены на рисунке 2.5.

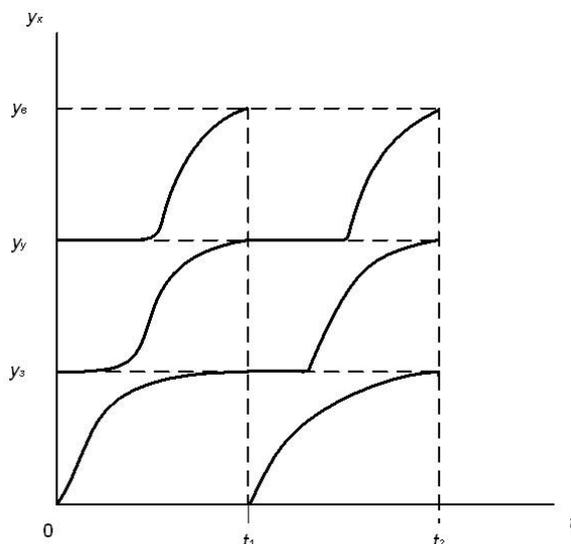


Рисунок 2.5 – Примеры кривых научения среднестатистического студента при последовательном формировании двух дисциплинарных компетенций.

Для получения общей оценки дисциплинарной компетенции необходимо дать оценку каждому компоненту компетенции (знать, уметь, владеть). А это значит, что при проведении контрольных мероприятий (текущий, рубежных, промежуточных и государственных итоговых) по определенной дисциплине преподавателям вуза необходимо отдельно оценивать знания, умения и владения студентов. Например, в ходе экзамена знания можно оценить на основании ответов на теоретические вопросы, а умения и владения – по результатам решения практических заданий. В таком случае можно отдельно говорить об оценке уровня сформированности компонентов дисциплинарной компетенции у студентов при освоении ОПОП вуза. На практике это означает, что необходимо перейти от экспоненциальных и логистических кривых вида (2.10) и (2.12), описывающих уровень формирования знаний, умений и владений в зависимости от времени, к зависимости количества усвоенной информации от оценочных

данных, представленной на рисунке 2.1, другими словами, необходимо получить зависимость оценки уровня сформированности каждого компонента дисциплинарной компетенции от трудоемкости, объявленной по дисциплине или практическому разделу, и оценки в баллах, полученных студентом. В общем случае оценка уровня сформированности компетенций приведена в работах [19;20;21;23;24;27;29;30;36;53;89;103].

Для решения задачи перехода от кривой научения к оценке уровня сформированности компонентов компетенции (знать, уметь, владеть) вводятся следующие гипотезы:

- эксперты определили параметры КН по всем учебным дисциплинам и практическим разделам, реализующих ОПОП вуза;
- зависимость (2.10) или (2.12) используется для определения уровня знаний, умений или владений по аналогии с соответствующей КН;
- максимальная оценка, равная части трудоемкости ОПОП, которая выделена на формирование соответствующего компонента компетенции и задаваемая в академических часах, соответствует максимальному уровню наученности y_{\max} , т.е. $\overline{E_{\max}} = y_{\max} = T$;
- минимальное значение оценки полагается равным начальному уровню наученности, т.е. $\overline{E_{\min}} = y_0$;
- полагается, что экспертами установлены уровни оценки, соответствующие оценкам текущей, промежуточной и/или государственной итоговой аттестации в 5-балльной шкале.

После принятия описанных выше гипотез общий алгоритм построения оценки можно записать в следующем виде [35]:

1. В зависимости от сложности учебного материала и образовательных технологий, применяемых в ходе обучения, эксперту необходимо выбрать вид КН, который соответствует конкретной дисциплине или практическому разделу.
2. Определяются параметры КН (y_{\max} , y_0 и γ). При этом вводится мера усвоенной (полезной) информации при формировании каждого компонента

дисциплинарной компетенции. В качестве этой меры выступает объем T в часах трудоемкости (негэнтропии \bar{E}), выделенный в рамках учебной дисциплины на формирование компонентов: знать, уметь, владеть (объем лекций, практик, самостоятельной работы, лабораторных и т.п.).

3. Экспертом задаются уровни негэнтропийной оценки, соответствующие 5-балльной шкале оценок (рисунок 2.6). Для каждого компонента назначается интервал оценивания $[\bar{E}_{\min}, \bar{E}_{\max}]$. При этом интервал $[0, \bar{E}_{\min}]$ соответствует оценке *неуд.*, интервал $[\bar{E}_{\min}, \bar{E}_{(3)}]$ соответствует оценке *удов.*, интервал $[\bar{E}_{(3)}, \bar{E}_{(4)}]$ соответствует оценке *хор.*, а интервал $[\bar{E}_{(4)}, \bar{E}_{(\max)}]$ соответствует оценке *отл.* в 5-х балльной шкале оценивания. Отметим, что \bar{E}_{\max} соответствует объему T в часах трудоемкости.

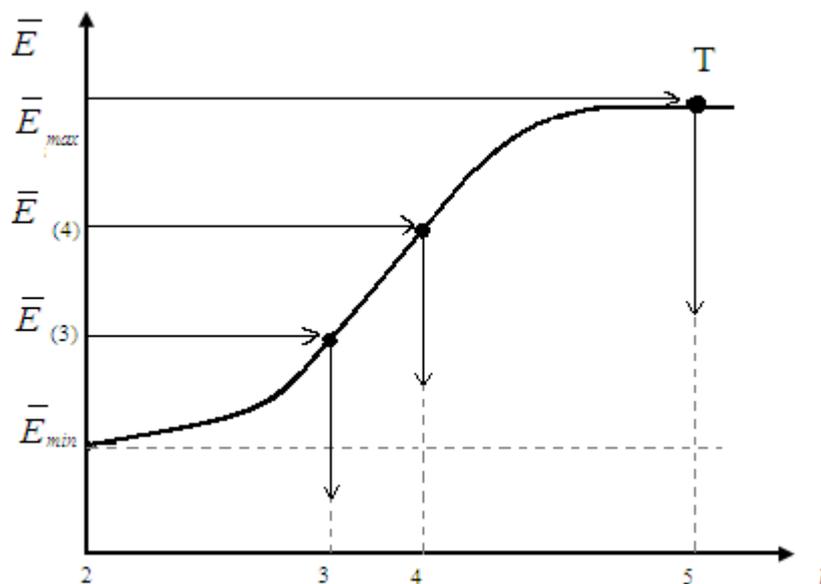


Рисунок 2.6 – Уровни оценок

4. С использованием полученных оценок, строится зависимость 5-балльных оценок x от времени t .
5. Производится пересчет негэнтропийной оценки компонента, зависящей от времени, в 5-х балльную равномерную (или неравномерную) шкалу оценок (2.10) или (2.12), используя полученную функцию $x(t)$.

В результате выполнения вышеописанных действий зависимость трудоемкости и оценок, полученных студентами при изучении соответствующих теоретических и практических разделов ОПОП вуза, и оценки уровня сформированности компонент компетенции будет получена в виде аналитической зависимости.

Для оценки уровня сформированности дисциплинарной компетенции, как дисциплинарной составляющей формируемой компетенции, необходимо агрегировать оценки по компонентам знать, уметь и владеть, используя следующую формулу [84]:

$$Y_{dk} = Y_z + Y_y + Y_v \text{ (час.)} \quad (2.13)$$

В рамках разработанных моделей в качестве условных единиц измерения уровня освоения компонентов, частей и компетенции в целом предлагается использовать часы трудоемкости, затрачиваемые на их формирование в рамках освоения учебных дисциплин и практических разделов ОПОП.

Уровень сформированности компетенций в ходе освоения практических разделов ОПОП оценивается также, как производится оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций. Однако при использовании такого подхода стоит отметить ряд особенностей.

Как правило, практические разделы ОПОП участвуют в формировании нескольких компетенций. В случаях, когда число компетенций, формируемых определенным практическим разделом, достаточно велико (допустим, больше 3), то предлагается рассмотреть так называемые агрегированные компетенции [28], которые могут быть использованы в качестве объекта контроля. Агрегирование (объединение в одну группу) компетенций базовой КМВ должно осуществляться по определенному признаку, который определяется типом профессиональных задач, решаемых на основе агрегированных компетенций. Количество вводимых агрегированных компетенций не должно быть большим, это позволит обеспечить эффективность проводимого контроля.

Для того, чтобы применить приведенную выше методику к контролю агрегированных компетенций предполагается, что полученная оценка уровня сформированности агрегированной компетенции равна оценкам уровней сформированности всех компетенций, входящих в агрегированную.

Для получения уровня сформированности компетенции необходим пересчет частных оценок, полученных в ходе защиты практического раздела, для этого нужно использовать соответствующие кривые научения, вид и параметры которых определяется экспертом, исходя из особенностей задания, в качестве эксперта может выступать руководитель практики или НИР. Кроме определения параметров КН, в задании студенту на прохождение практики экспертом должна быть указана общая трудоемкость, которая определяется базовым учебным планом ОПОП. Определяемая на прохождение практического раздела ОПОП трудоемкость делится на три составляющие, которые соответствуют компонентам формируемой компетенции – по знаниям, умениям, владениям с учетом особенностей темы практической работы, а также ее содержания. Как правило, в технических направлениях данное соотношение для знаний, умений и владений – 20, 30, 50% соответственно; в гуманитарных направлениях – 40, 40, 20% соответственно; в естественно-научных направлениях – 30, 30, 40% соответственно. После получения покомпонентных оценок агрегированных компетенций можно применять методику получения оценки уровня сформированности компетенций выпускника вуза, приведенную выше. В данном случае практические разделы рассматриваются как учебные дисциплины, вносящие соответствующий вклад в формирование соответствующей компетенции.

2.4. Оценка уровня сформированности компетенций студента и выпускника вуза

В самых распространенных случаях, когда в формировании компетенции участвуют несколько дисциплин, для оценки уровня сформированности контролируемой компетенции первоначально необходимо оценить

дисциплинарные компетенции, а затем провести суммирование оценок в часах, т.е.

$$Y_K = \sum_{i=1}^k (Y_{\partial k})_i \quad (\text{час.}), \quad (2.14)$$

где Y_K – уровень сформированности заявленной компетенции; $(Y_{\partial k})_i$ – уровень сформированности i -й дисциплинарной компетенции; k – количество дисциплин, формирующих измеряемую компетенцию.

В ходе государственной итоговой аттестации (ГИА) в качестве объектов контроля должны выступать все формируемые компетенции будущего выпускника вуза, заявленные в ОПОП. Стоит отметить, что количество таких компетенций может быть достаточно большим, данное обстоятельство существенно усложняет процесс контроля всех заявленных ОПОП компетенций за ограниченный промежуток времени – прохождение ГИА. В силу изложенных обстоятельств, возникает необходимость контроля агрегированных компетенций, которые должны обеспечивать выполнение заявленных в КМВ соответствующей ОПОП видов профессиональной деятельности.

Агрегированные компетенции, контролируемые в ходе ГИА, должны соответствовать следующим требованиям: проходить формирование на основе заявленной КМВ ОПОП; содержать определенные интегрированные требования к уровню подготовки будущего выпускника, которые определяются ФГОС ВО и ОПОП; являться объединением компетенций базовой КМВ, которое осуществляется, исходя из однотипности объекта компетенций или действий над объектом компетенций; состав агрегированных компетенций должен покрывать все множество компетенций базовой КМВ.

В ходе государственного итогового контроля уровня подготовленности будущего выпускника необходимо контролировать уровень достижения интегрированных знаний и действий, которые обеспечивают выполнение профессиональных задач в целом по различным видам деятельности. Исходя из этого количество контролируемых при ГИА агрегированных компетенций не

должно быть большим. Полученное множество агрегированных компетенций можно разбить на две части: одна часть агрегированных компетенций контролируется на государственном экзамене (ГЭ), а вторая часть во время защиты выпускной квалификационной работы (ВКР).

Для получения оценки уровня сформированности компетенций при проведении государственного экзамена необходимо сделать следующее.

1. Определить объекты контроля – агрегированные компетенции.
2. Составить паспорта агрегированных компетенций и выделить компоненты: знать, уметь, владеть, которые являются объектами измерения.
3. Для измерения результатов образования в ходе ГЭ необходима разработка фондов оценочных средств. В качестве содержимого ФОС могут выступать теоретические и практические задания, как по отдельным учебным дисциплинам, так и междисциплинарного характера. Для проверки уровня сформированности контролируемых агрегированных компетенций допускается использование ситуационных заданий, а также кейсов.
4. Разработать индикаторы, позволяющие оценить компоненты компетенции: знать, уметь, владеть в соответствии с 5-балльной шкалой оценивания результатов ГЭ.
5. После получения оценок компонентов отдельных агрегированных компетенций, контролируемых на прохождении ГЭ, становится возможным получение итоговой оценки различными способами. Самый простой способ – осреднить все оценки и округлить итоговую до целого числа в соответствии с 5-балльной шкалой.

$$O_{ГЭ} = \frac{1}{k} \cdot \sum_{i=1}^k (O_{ГЭ})_i, \quad (2.15)$$

где k – количество компонентов агрегируемых компетенций, подлежащих контролю в ходе защиты ГЭ; $(O_{ГЭ})_i$ – оценки, которые были получены в процессе контроля i -ого компонента агрегированных компетенций.

По аналогии с ГЭ может быть получена оценка уровня сформированности компетенций в процессе защиты ВКР по следующей формуле:

$$O_{ВКР} = \frac{1}{k} \cdot \sum_{i=1}^k (O_{ВКР})_i, \quad (2.16)$$

где k – количество компонентов агрегируемых компетенций, подлежащих контролю в ходе защиты ВКР; $(O_{ВКР})_i$ – оценки, которые были получены в процессе контроля i -ого компонента агрегированных компетенций.

Предложенная методика оценивания уровня сформированности компетенций применима к оценке уровня сформированности не только отдельной компетенции, но и групп компетенций, формируемых в процессе освоения ОПОП.

Согласно сделанным выше допущениям, оценка уровня сформированности одной компетенции состоит из трех частей и определяется по следующей формуле:

$$OK = C_1 \cdot \frac{1}{k} \cdot \sum_{i=1}^k (O_{зуб})_i + C_2 \cdot O_{ГЭ} + C_3 \cdot O_{ВКР}, \quad (2.17)$$

где C_1 , C_2 и C_3 – коэффициенты значимости трех частей оценки уровня сформированности измеряемой компетенции ($C_1 + C_2 + C_3 = 1; C_i \geq 0 \quad i=1,2,3$); k – количество промежуточных аттестаций учебных дисциплин и практических разделов ОПОП, формирующих данную компетенцию; $(O_{зуб})_i$ – оценка, выявленная в ходе диагностики компонентов компетенции (ЗУВ) i -ой дисциплины или практического раздела, определяемая по 5-балльной шкале; $O_{ГЭ}$ – оценка, выявленная в ходе диагностики уровня сформированности компетенции при прохождении государственного экзамена; $O_{ВКР}$ – оценка, выявленная в ходе диагностики уровня сформированности компетенции при защите ВКР.

Необходимо отметить, что в случае, когда измеряемая компетенция не включена в состав агрегированных компетенций, контролируемых в ходе проведения ГЭ и ВКР, то соответствующие коэффициенты C_1 или C_2 равны 0. При этом считается, что оценки уровня сформированности компетенций, входящих в состав агрегированной компетенции, совпадают с оценкой уровня

сформированности агрегированной компетенции, контролируемой при оценивании практических разделов, прохождении ГЭ и защите ВКР.

Для комплексного оценивания уровня сформированности группы компетенций по определенным циклам дисциплин ОПОП (ГСЭ, МЕН, Профессиональному), а также групп компетенций по виду профессиональной деятельности, общекультурных компетенций и т.д., используя соотношение (2.17), можно произвести оценку уровня сформированности рассматриваемой группы компетенций по формуле:

$$O_{ГР} = C_1 \cdot \frac{1}{l} \cdot \sum_{i=1}^k (O_{звс})_i + C_2 \cdot O_{ГЭ} + C_3 \cdot O_{ВКР}, \quad (2.18)$$

где l – количество компетенций, входящих в рассматриваемую группу.

Здесь $(O_{звс})_i$ суммарная оценка, полученная студентом в процессе освоении знаний, умений и владений i -й компетенции при изучении учебных дисциплин и практических разделов ОПОП. Эта оценка вычисляется с помощью КН. Причем первоначально эта оценка подсчитывается в часах по формуле (2.14), учитывая трудоемкости, выделенные на изучение соответствующих дисциплин и практических разделов ОПОП. Далее осуществляется переход к 5-балльной шкале оценивания по специальным критериям, которые должны быть установлены СМК вуза. Например, СМК ПНИПУ определяет перечень необходимых документов ОПОП, в состав которого входит компетентностная модель выпускника университета (КМВ). КМВ, в свою очередь, включает в качестве образовательных результатов подготовки студентов набор заявленных компетенций и заданный уровень их освоения (пороговый, средний, высокий), согласованный с основными работодателями по соответствующей ОПОП. Выбор уровня освоения ОПОП определяется трудоемкостью учебных дисциплин и практических разделов, направленных на формирование заданных компетенций. Чем выше уровень, тем больше часов трудоемкости должно быть выделено на освоение соответствующих компетенций. Уровень же сформированности каждой компетенции зависит от оценки знаний, умений и

владений, полученных студентом в ходе промежуточных и рубежных аттестаций.

Для более точного оценивания уровня сформированности каждой компетенции предлагается брать не среднюю оценку по дисциплинам, участвующим в их формировании, а негэнтропийную оценку Y_k , измеряемую в часах трудоемкости по формуле (2.14). Далее предлагается ввести следующие критерии, позволяющие перевести негэнтропийную оценку в 5-бальную шкалу оценивания:

1. Например, если измеренное значение негэнтропийной оценки $Y_k \geq 90\%$ от общей суммы трудоемкости, выделенных на освоения этой компетенции, то уровень ее сформированности соответствует оценке «отлично».

2. Например, если измеренное значение негэнтропийной оценки $Y_k \geq 75\%$ – оценка «хорошо».

3. Например, если измеренное значение негэнтропийной оценки $Y_k \geq 55\%$ – оценка «удовлетворительно».

4. Например, если измеренное значение негэнтропийной оценки $Y_k < 55\%$ – оценка «неудовлетворительно».

Получив комплексную оценку каждой сформированной компетенции и зная требования на их освоение, можно перейти к выработке управленческих решений, направленных на повышение качества освоения образовательной программы, используя метод управления по отклонениям.

2.5. Управление качеством образовательных программ на основе негэнтропийного подхода

Разработанная модель комплексного оценивания уровня сформированности заявленных компетенций позволяет более полно и точно оценить не только качество освоения каждой учебной дисциплины и практического раздела, но и всей образовательной программы в целом. В связи с тем, что предлагаемая негэнтропийная оценка уровня усвоения компетенций (2.14) является аддитивной, она позволяет путем операции декомпозиции

определить «узкие места» при освоении каждой компетенции и всей ОПОП. Другими словами, можно определить величину отклонения от требуемого уровня сформированности каждой компетенции и оценить качество реализации всей образовательной программы, приняв за «меру некачества» суммарную величину всех отклонений. Следует отметить, что свойство аддитивности предложенной негэнтропийной оценки позволяет легко перейти от отклонений «по компетенциям» к отклонениям «по дисциплинарным компетенциям», по которым можно судить о качестве освоения учебной дисциплины или практического раздела ОПОП (или даже отдельно качество лекционных и практических занятий), взяв их осредненные значения по всем студентам, участвующим в реализации ОПОП. Тогда оценку «некачественности» освоения ОПОП можно записать в виде:

$$\Delta = \sum_{i=1}^m \Delta_i, \quad i=1, \dots, m, \quad (2.19)$$

где Δ_i – осредненные отклонения по уровню освоения дисциплинарных компетенций, m – количество учебных дисциплин и практических разделов образовательной программы.

При этом можно ввести критерий качества освоения ОПОП в следующем виде. Если $\Delta \geq \Delta^*$, то необходимо корректирующее воздействие. В противном случае результаты обучения удовлетворяют требованиям СМК (Δ^* – допустимое отклонение результатов обучения по всей ОП).

На рисунке 2.7 приведен качественный график зависимости осредненных результатов обучения в условных единицах негэнтропии по некоторой ОПОП*.

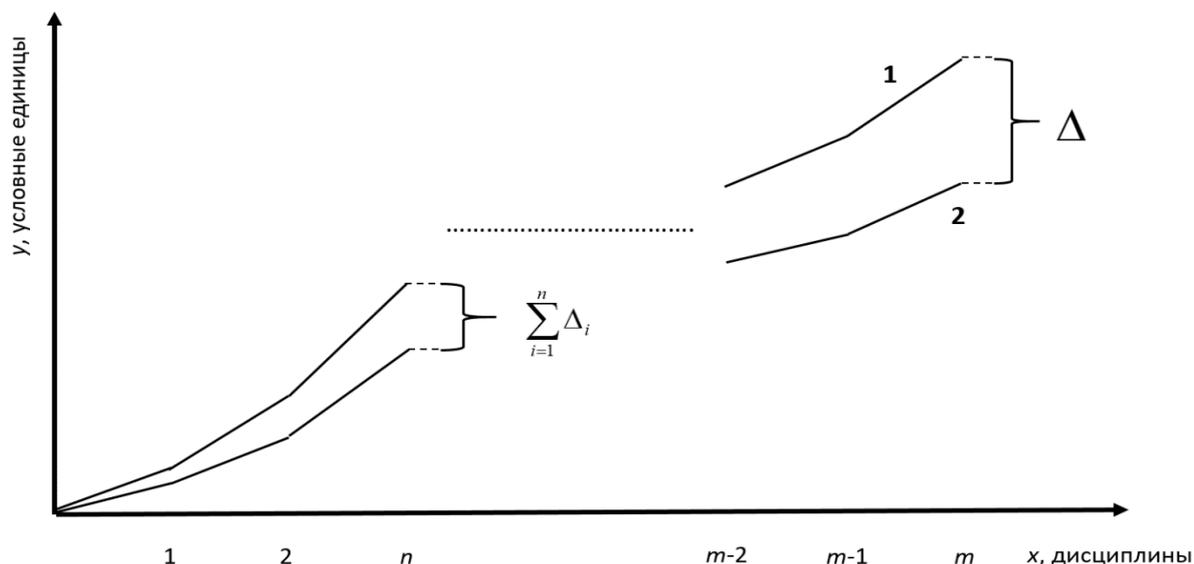


Рисунок 2.7 – Зависимость усредненных результатов обучения от учебных дисциплин и практических разделов ОПОП*

Ломаная «1» соответствует максимально возможному значению негэнтропийной оценки (трудоемкости) по каждой дисциплине/практическому разделу, а ломаная «2» соответствует реальному уровню освоения «в среднем» всех учебных дисциплин/практических разделов для группы студентов, осваивающих эту образовательную программу.

При этом из рисунка 2.7 легко получить отклонения Δ_i (осредненные отклонения по уровню освоения дисциплинарных компетенций) и общее отклонение результатов обучения Δ от максимально возможных по всей ОПОП.

После введения «меры некачественности» освоения отдельных учебных дисциплин/практических разделов и образовательной программы в целом, можно предложить следующую схему управления качеством образовательных программ по отклонению (рисунок 2.8).

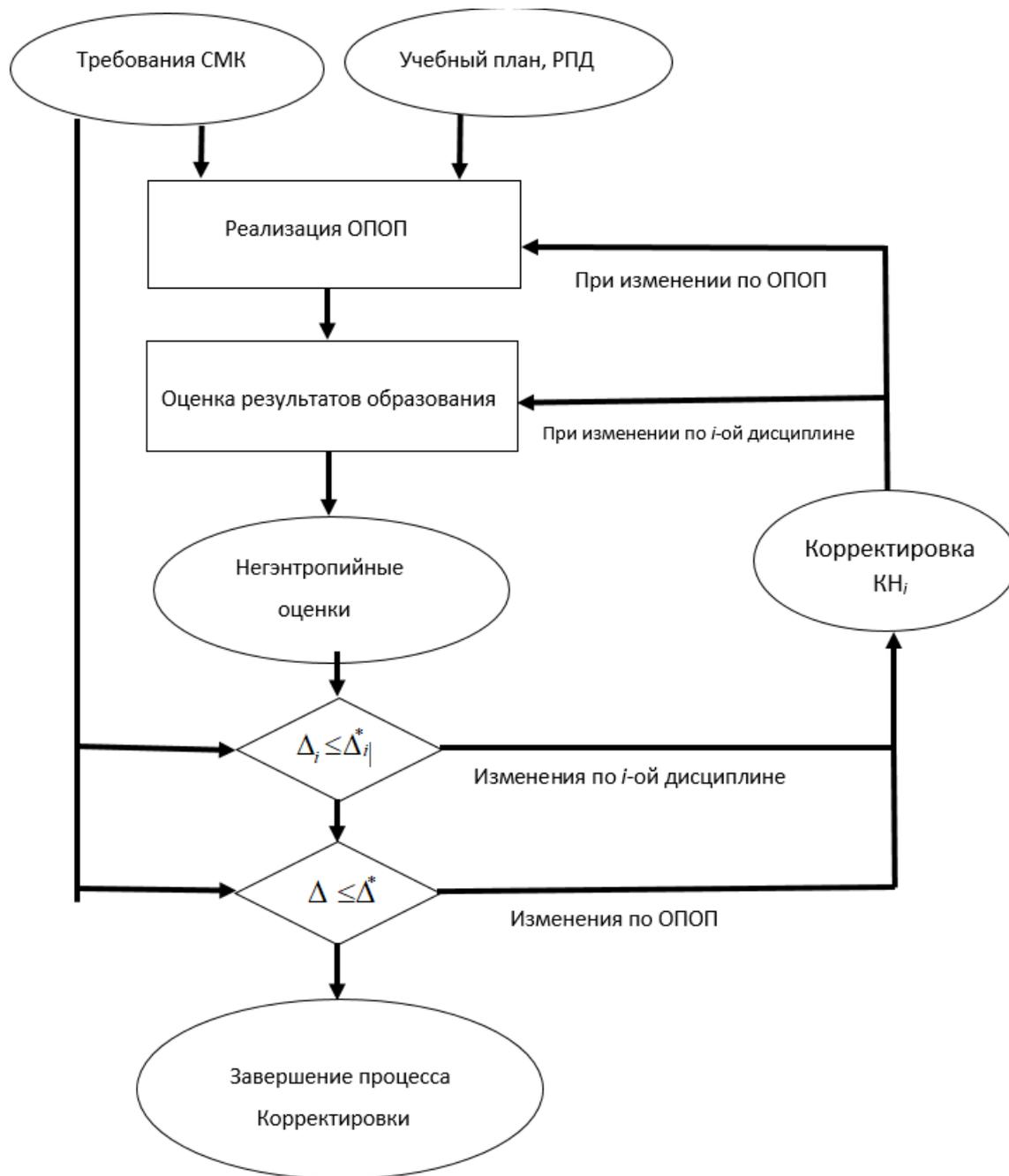


Рисунок 2.8 – Схема управления качеством образовательных программ по отклонению негэнтропийной оценки от заданного уровня

Из рисунка 2.8 видно, что в процессе реализации ОПОП осуществляется оценивание результатов образования на основе заданных кривых научения и производится вычисление отклонений негэнтропийных оценок от заданного уровня (Δ_i и Δ). На основании этих отклонений могут быть проведены корректирующие воздействия как в процессе реализации ОПОП группой студентов, так и после реализации всей образовательной программы. В первом случае изменения необходимы тогда, когда качество реализации отдельной

дисциплины/практического раздела не соответствует требованиям СМК. Во втором случае уровень освоения всех дисциплин/практических разделов и образовательной программы соответствует требованиям СМК, но возникла необходимость повышения качества образования, например, в соответствии с требованиями новых стандартов и/или по запросу работодателей.

При этом возможные основные корректирующие действия по повышению качества образования приведены в разделе 1.1. Следует отметить, что в предлагаемом подходе к управлению качеством образовательных программ корректировка осуществляется с помощью корректировки КН по тем дисциплинам, которые оказались наиболее сложными для освоения студентами.

Процесс управления качеством образовательных программ в целом может быть описан с помощью следующего общего алгоритма:

1. Используя полученные негэнтропийные оценки уровня освоения отдельных дисциплин и практических разделов по формуле (2.14), строится график зависимости осредненных результатов обучения в условных единицах негэнтропии по исследуемой ОПОП (аналогично графику на рисунке 2.7).
2. Оценивается несоответствие уровня освоения ОПОП максимальному возможному результату Δ по формуле (2.19). При этом, если $\Delta \geq \Delta^*$, то необходимо корректирующее воздействие (Δ^* – допустимое отклонение результатов обучения по всей ОПОП). В противном случае результаты обучения удовлетворяют требованиям СМК и корректирующие действия не требуются.
3. Если корректировка программы необходима, то выявляются «узкие» места освоения ОПОП. Для этого вычисляются отклонения между ломаными 1 и 2 по всем дисциплинам (отклонения $\Delta_i, i=1, \dots, m, m$ – количество учебных дисциплин и практических разделов образовательной программы). Из соотношения (2.19) определяется номер дисциплины или практического раздела i^* , который вносит «максимальное» отклонение в несоответствие:

$$\Delta_{i^*} = \max_{1 \leq i \leq m} \Delta_i, i=1, \dots, m \quad (2.20)$$

4. Проводится корректирующее воздействие на качество освоения дисциплины/практического раздела. Для этого перестраивается «кривая

научения» для i^* -й дисциплины/практического раздела (KH_{i^*}). Перестройка осуществляются за счет изменения параметров этой кривой. Подбираются такие значения коэффициентов (формулы (2.10), (2.12)), при которых отклонения Δ_i уменьшатся до такой величины, при которой соотношение $\Delta_{пер} \leq \Delta^*$ будет выполнено, где $\Delta_{пер}$ – несоответствие «нового» уровня освоения ОПОП максимально возможному результату. Это может быть осуществлено за счет изменения содержания i^* -й дисциплины (практического раздела) и/или применения новых прогрессивных образовательных технологий. Если соотношение $\Delta_{пер} \leq \Delta^*$ удовлетворяется, то уровень освоения ОПОП соответствует требованиям обучения.

5. В противном случае из соотношения (2.20) определяется номер другой дисциплины или практического раздела (из оставшихся в ОПОП), который вносит «максимальное» отклонение в несоответствие $\Delta_{пер}$ и Δ^* . После этого за счет изменения содержания этой дисциплины (практического раздела) и/или применения новых прогрессивных образовательных технологий «перестраивается» соответствующая «кривая научения» и опять проводится проверка соотношения $\Delta_{пер} \leq \Delta^*$. Если результат неудовлетворительный, то определяется следующая дисциплина (практический раздел) и т.п. Процесс изменений ведется до тех пор, пока соотношение не будет выполнено.

Выводы по второй главе

1. Рассмотрены энтропийные и негэнтропийные подходы к управлению образовательными системами. Определены понятия энтропии и негэнтропии применимо к учебному процессу, протекающему в вузе. Вводятся понятия степени открытости и критического уровня упорядоченности системы, и показано, что в случаях, когда система организована ниже критического уровня, в ней преобладают процессы, способствующие увеличению порядка, в случаях, когда выше – преобладают процессы дезорганизации.

2. Приводится следующее обоснование негэнтропийного подхода к управлению в образовательных системах – считается, что в ходе образовательного процесса вносится вклад в снижение исходного уровня энтропии системы за счет внесенной негэнтропии, которая в отличие от энтропии допускает возможность измерения ее уровня и выделения ее в качестве регулируемой величины.

3. Рассмотрены итеративный и логистический процессы усвоения полезной информации, а также соответствующие им кривые научения, учитывающие как нелинейность процесса формирования компетенции, так и особенность достижения образовательных результатов в рамках освоения отдельных дисциплин.

4. Описана разработанная методика оценивания уровня сформированности компетенции и групп компетенций студента на основе кривых научения, позволяющая оценить формирование дисциплинарных составляющих компетенций, а также контролировать уровень сформированности компетенций при прохождении государственного экзамена и защите ВКР.

5. Описана система выработки управленческих решений на основе негэнтропийного подхода, направленная на повышение качества подготовки инженерных кадров.

3. Программное обеспечение системы оценивания и поддержки управленческих решений

3.1. Алгоритм оценивания уровня сформированности компетенций студента на этапах реализации образовательной программы вуза

Рассмотрим общий алгоритм оценивания уровня сформированности компетенций студента на основных этапах реализации образовательной программы вуза, структурную схему и функциональную модель прототипа информационной системы, описание и тестирование компонентов, а также всей системы в целом.

В рамках реализации предложенного алгоритма комплексного оценивания используется следующий общий алгоритм решения задачи синтеза частных результатов образования в интегральную оценку общекультурной и профессиональной компетентности студентов и выпускников вуза [83]:

1. На базе компетентностной модели выпускника ОПОП и базового учебного плана (БУП) образовательной программы вуза для каждой из заявленных компетенций строится сетевой график ее формирования и контроля уровня сформированности на основных этапах реализации образовательной программы.

2. Учебные дисциплины делятся на группы, для каждой из которых с помощью экспертов определяются кривые научения по каждому компоненту компетенции (знать, уметь, владеть), позволяющие оценивать уровень усвоения учебного материала с учетом особенностей содержания дисциплины и применяемых образовательных технологий.

3. На базе разработанных рабочих программ дисциплин (практических разделов) учебного плана с помощью фондов оценочных средств оценивается уровень сформированности каждой дисциплинарной компетенции путем агрегирования частных результатов оценивания запланированных результатов обучения в форме компонентов компетенции. При этом для каждой учебной дисциплины используются кривые научения той группы, в которую входит данная дисциплина.

4. После реализации всех запланированных видов промежуточной аттестации студентов проводится агрегирование частных оценок частей компетенций и

производится оценивание уровня сформированности каждой компетенции как интегрального результата всех запланированных в ОПОП вуза образовательных результатов.

5. На заключительном этапе реализации ОПОП вуза осуществляется контроль уровня сформированности всех компетенций при проведении итоговой государственной аттестации выпускников вуза, используя агрегированные оценочные средства.

6. На последнем шаге алгоритма производится агрегирование оценок достигнутых результатов образования (ЗУВов) и оценок, полученных студентом за каждую сформированную компетенцию при проведении ГИА. При этом учитывается «вес» каждой частной оценки, который устанавливается вузом.

Реализация представленного алгоритма на практике невозможна без разработки автоматизированной информационной системы оценивания (АИСО) результатов образования. Разрабатываемая система должна работать в масштабах всего вуза и предоставлять весь необходимый функционал для ведения компетентностных моделей выпускника и учебных планов по направлениям подготовки, деления дисциплин на группы с возможностью определения параметров кривых научения для каждого компонента компетенции (знать, уметь, владеть) во всех группах дисциплин, хранения и редактирования результатов прохождения студентами контрольных мероприятий в рамках промежуточных аттестаций, расчета уровня сформированности дисциплинарных компетенций по каждому студенту, группе студентов, направлению подготовки, факультету в любой момент времени, получения уровня сформированности каждой компетенции, как интегрального результата освоения дисциплинарных компетенций и прохождения ГИА с учетом «веса» каждой оценки, по студенту, учебной группе, направлению подготовки, факультету. Исходя из изложенных требований, было составлено техническое задание на разработку прототипа АИСО.

Техническое задание

1. Общие сведения

1.1. Наименование системы

- 1.1.1. Полное наименование системы: Автоматизированная информационная система оценивания.
 - 1.1.2. Краткое наименование системы: АИСО.
 - 1.2. Основания для проведения работ: апробация разработанной методики комплексного оценивания результатов освоения образовательной программы в рамках компетентностного подхода.
2. Назначение и цели создания системы
 - 2.1. Назначение системы: АИСО предназначена для контроля уровня сформированности всех компетенций в любой момент времени на основании методики, разработанной в ходе диссертационного исследования, и оперативного предоставления всей необходимой отчетной документации в СМК, а также преподавателям и руководителям ОПОП.
 - 2.2. Цели создания системы:
 - 2.2.1. Обеспечение сбора и структурированного хранения всей необходимой информации по ОПОП, реализуемым в вузе.
 - 2.2.2. Обеспечение сбора и структурированного хранения информации по контингенту и структурным подразделениям вуза.
 - 2.2.3. Обеспечение сбора и структурированного хранения всех необходимых параметров кривых научения по всем группам дисциплин.
 - 2.2.4. Предоставление функционала по расчету и анализу результатов освоения компетенций.
 - 2.2.5. Предоставление функционала для автоматического формирования отчетной документации, предоставляемой лицам, отвечающим за повышение качества образования в вузе.
3. Требования к системе:
 - 3.1. Система должна иметь единое хранилище данных с возможностью восстановления БД из резервной копии в случае потери данных из-за непредвиденных обстоятельств. Резервное копирование БД должно осуществляться ежедневно.

- 3.2. В системе должен быть реализован модуль, предоставляющий возможность манипулирования (чтение, создание, удаление, редактирование) данными. Просмотр содержимого таблиц БД должен осуществляться с помощью диалоговых окон, на которых представлена определенная выборка записей из таблиц (формы списка). Редактирование записей таблиц должно осуществляться при помощи диалоговых окон, на которых представлены значения полей записи с возможностью их редактирования и сохранения в БД (формы редактирования).
- 3.3. В системе должен быть реализован модуль, позволяющий загружать данные по контингенту вуза, структурным подразделениям, а также ОПОП, реализуемым в вузе. Данные загружаются из внешнего источника – информационно-аналитической системы вуза.
- 3.4. Система должна позволять производить расчеты уровня сформированности дисциплинарных компетенций студентов, учебных групп, направлений подготовки, а также производить комплексное оценивание уровня сформированности компетенций и групп компетенций для студента, учебной группы и направления подготовки.
- 3.5. В системе должна быть возможность непрерывного контроля освоения компетенций студентами с визуализацией хронологии освоения в виде графика.
- 3.6. В системе должна быть возможность получения следующей отчетной документации: перечень компетенций, заявленных в рамках ОПОП; матрица компетенций; перечень контрольных мероприятий по дисциплинам, участвующих в формировании компетенций; результаты прохождения контрольных мероприятий студентами; распределение трудоемкостей дисциплинарных компетенций по компонентам знать, уметь, владеть; уровень сформированности дисциплинарных компетенций студента; уровень сформированности компетенций и групп компетенций студента; уровень сформированности компетенций учебной группы студентов.

- 3.7. В АИСО должна быть реализована система администрирования пользователей, предоставляющая возможность разграничения доступа на чтение, создание, редактирование и удаление данных между пользователями.
 - 3.8. В АИСО должна быть реализована подсистема аудита пользовательских действий, предоставляющая возможность отслеживать любые изменения, вносимые пользователями в рабочую БД АИСО.
4. Требования к процессу разработки:
 - 4.1. В процессе разработки информационной системы должны быть задействованы современные средства управления версиями.
 - 4.2. Требуется подготовить демонстрационный стенд для тестирования компонентов системы на этапе ее разработки.

3.2. Прототип информационной системы оценивания и выработки управленческих решений по повышению качества образования

3.2.1. Структурная схема прототипа. Функциональная модель

Структурная модель прототипа АИСО представлена на рисунке 3.1 и включает следующие модули [83]: загрузочный модуль для синхронизации данных с основной информационно-аналитической системой вуза; диалоговый модуль, предоставляющий возможность экспертам определять параметры кривых научения по группам дисциплин; расчетный модуль комплексного оценивания уровня сформированности компетенции студента на определенный пользователем момент времени; модуль анализа и представления полученных результатов оценивания, а также модуль выработки вариантов корректирующих действий (КД) по повышению качества образования в виде отчетов, поступающих на кафедры и в СМК вуза.

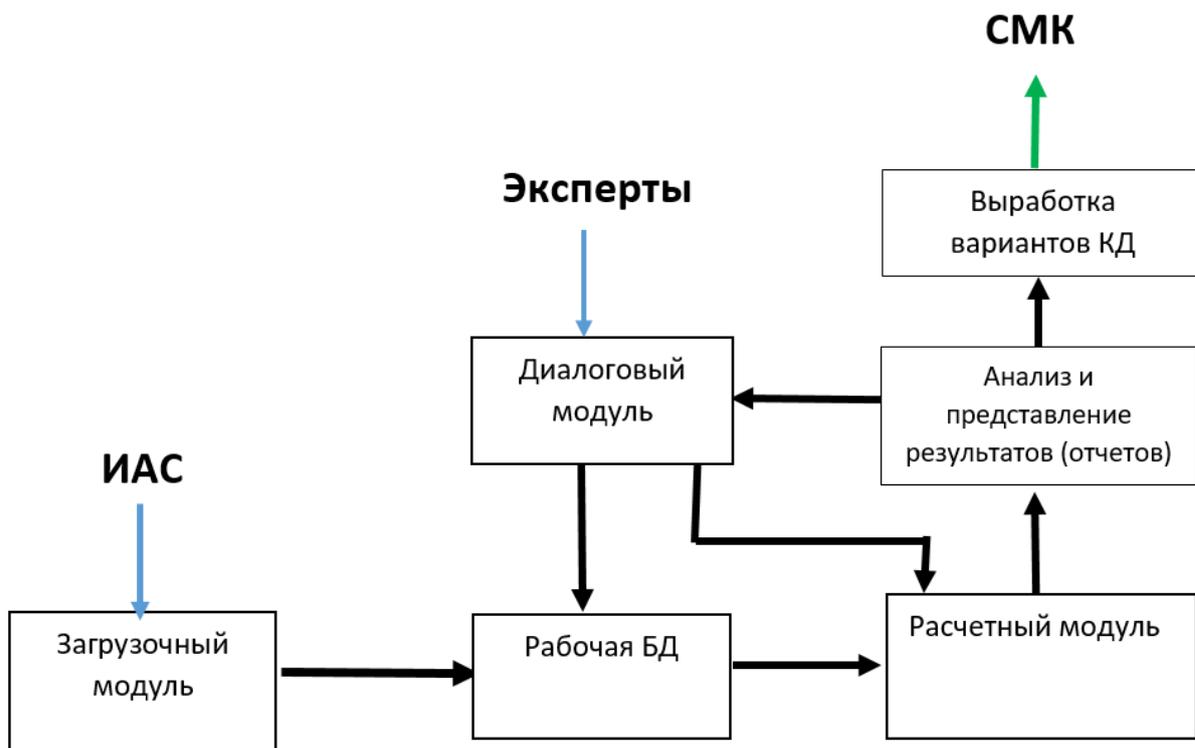


Рисунок 3.1 – Структурная модель прототипа АИСО

Диалоговый модуль агрегирует интерфейс системы и логику манипулирования данными, предоставляет необходимый функционал по настройке экспертами КН для различных групп учебных дисциплин и запуску необходимых расчетов. Расчетный модуль реализует общий алгоритм комплексного оценивания результатов образования, используя алгоритм решения задачи синтеза частных результатов образования в интегральную оценку общекультурной и профессиональной компетентности студентов и выпускников вуза.

В качестве шаблона проектирования архитектуры АИСО был использован шаблон Model-View-Controller (MVC) [101;102;109;117] с удаленным единым хранилищем данных. В качестве системы управления базами данных (СУБД) была выбрана PostgreSQL [13;112;127;128;130], являющаяся одной из самых надежных среди бесплатных СУБД. Для реализации АИСО была использована платформа .Net (Framework 4.5, язык C#), для связи объектной модели данных прототипа информационной системы и реляционной структуры БД использовалась ORM-технология NHibernate [129;133], также использовался интерфейс ADO [9;15;18;69;97;100] с применением LINQ [1].

Наиболее интересная, с точки зрения универсальности по отношению к базам данных ИАС вузов, часть реляционной модели БД разработанного прототипа [82] представлена на рисунке 3.2. Помимо базовых справочников можно наглядно проследить взаимосвязи между дисциплинами учебного плана, наборами контрольных мероприятий, оценками студента, компетенциями и группами дисциплин.

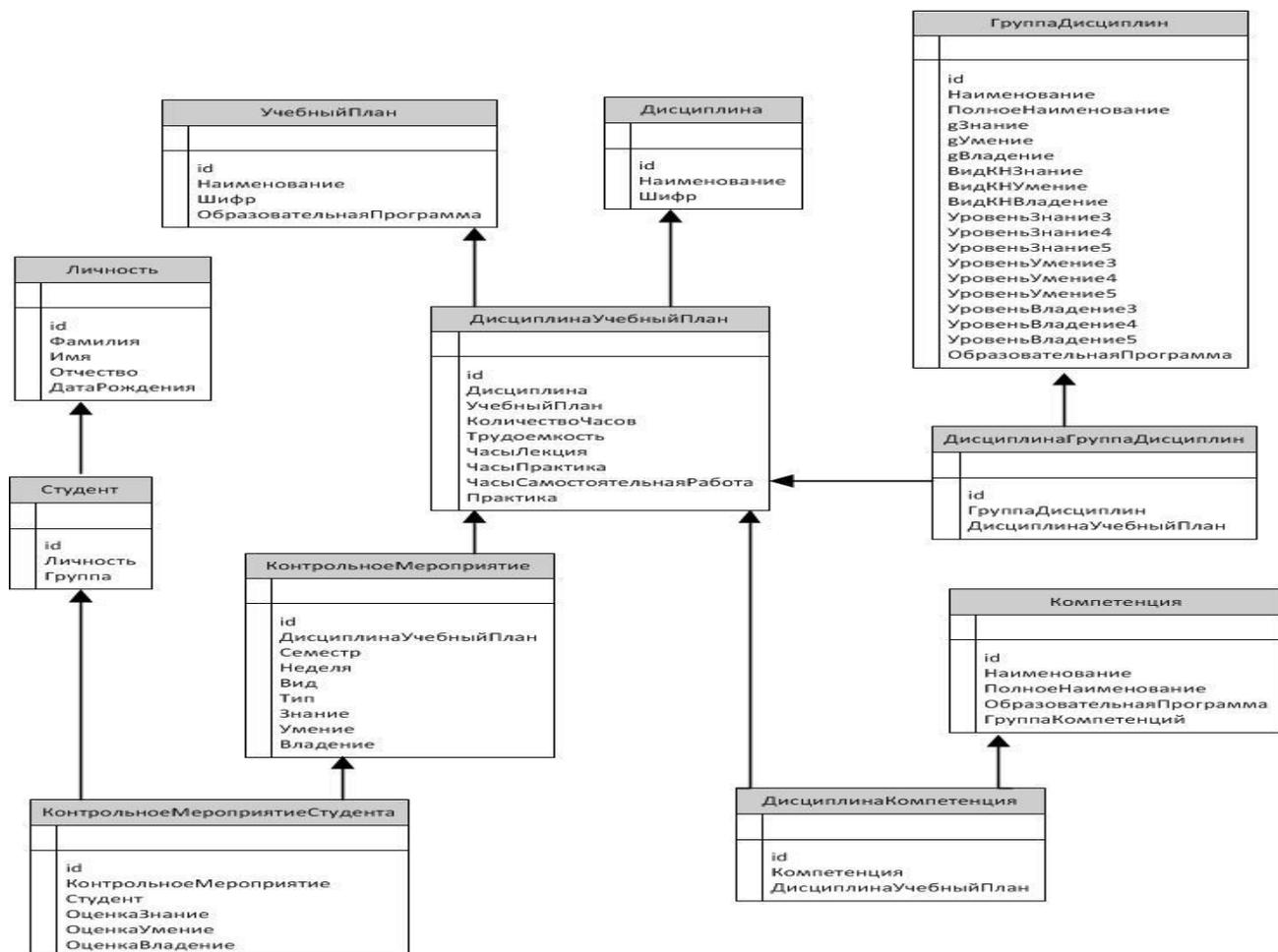


Рисунок 3.2 – Часть модели базы данных АИСО

Для проверки корректности работы различных модулей исходного кода программы были специально разработаны модульные тесты. С самого начала разработки применялся TDD (test-driven-development) подход к разработке программного обеспечения. В данном случае были специально подготовлены эталонные данные по одной из образовательных программ и рассчитанные вручную результаты работы расчетного модуля, соответствие которым и проверялось при автоматическом тестировании на протяжении всего процесса разработки прототипа АИСО.

Диалоговый модуль АИСО

Реализация прототипа АИСО предполагает предоставление пользователям доступа к манипулированию различными данными. В частности, работа с БД – создание, чтение и редактирование сущностей, запуск необходимых расчетов, проведение аналитики, а также формирование различной отчетной документации, для реализации пользовательского интерфейса использовались диалоговые окна, вся функциональность которых инкапсулирована в диалоговом модуле [63;70;78;110].

Диалоговый модуль АИСО можно представить в виде двух составляющих: технологической и прикладной (рисунок 3.3). Технологический блок представляет собой совокупность базовых элементов системы, функциональность, реализованная в технологическом блоке, многократно используется компонентами, реализованными в прикладном блоке, а также может быть использована при расширении функциональности АИСО или реализации других проектов [124]. В прикладном блоке реализована функциональность, основанная уже на конкретной предметной области, в данном случае в рамках диссертационного исследования. Разбиение диалогового модуля на технологический и прикладной блоки обусловлена однотипностью требуемых к реализации средств манипулирования данными, которая, в свою очередь, может привести к многократному дублированию исходного кода.

Таким образом, возникает необходимость выноса некой базовой логики в отдельный блок – технологический, данный блок, ни коим образом, не должен зависеть от прикладной области. Вынесенная в технологический блок функциональность может быть использована в ходе реализации информационных систем в других предметных областях. Технологический блок включает в себя базовый класс для всех классов модели прикладного блока, элементы управления данными из интерфейса системы, базовые формы списка и редактирования сущностей, сервис данных, основанный на ORM-технологии NHibernate, систему администрирования пользователей и подсистему аудита пользовательских действий в системе. Реализуемая логика по работе с данными

предполагает наличие элемента управления, одновременно предоставляющего возможность создания, удаления и редактирования сущностей, а также работа со списком сущностей в БД – фильтрация и сортировка списка. В стандартных средствах платформы .Net подобного элемента не существует, таким образом, в ходе работы над прототипом АИСО был реализован элемент управления EntityListView, предоставляющий всю необходимую функциональность, описанную выше. Для возможности проставления ссылки у одной сущности на другую из интерфейса системы был реализован элемент управления EntityLookUp (лукап).



Рисунок 3.3 – Блоки АИСО

В прикладном блоке реализованы модель прикладной области, контроллеры, предоставляющие возможность манипулирования данными, пользовательский интерфейс АИСО, модуль для произведения расчетов уровня сформированности компетенций, модульные тесты, а также модуль формирования отчетной документации.

3.2.2. Описание компонентов прототипа информационной системы

Технологический блок

Элементы управления

EntityListView

Элемент управления EntityListView предназначен для отображения списка сущностей того или иного типа. EntityListView является наследником класса UserControl и агрегирует несколько базовых контролов платформы .Net, а именно DataGridView, Button (кнопки «Обновить», «Добавить», «Редактировать», «Удалить» и «Добавить все»), CheckBox (элемент управления, позволяющий выделить все строки). Более подробное описание свойств и методов данного элемента управления представлены в таблицах 3.1 и 3.2 соответственно.

Таблица 3.1. Свойства элемента управления EntityListView

Название	Тип	Описание
EntityEditForm	Type (класс)	Тип формы редактирования сущности.
EntityType	Type (класс)	Тип сущности (наследника класса Entity).
Query	String (строка)	SQL-запрос к базе данных, результатом которого должен быть список отображаемых элементов.
MultiSelection	Boolean (логический тип)	Возможность множественного выбора строк.
ViewOnly	Boolean (логический тип)	Доступность элемента управления (true – доступен только для просмотра данных, false – доступны все операции)

SenderLookUp	EntityLookUp	Ссылка на лукап, инициировавший событие выбора сущности.
SelectAllModeOn	Boolean (логический тип)	Видимость элемента управления, позволяющего выделить все строки в списке.
Operations	OperationsCollection(класс операций EntityListView)	Список операций, доступных в экземпляре класса элемента управления (Refresh–обновить, Add–добавить, Edit– редактировать, Delete– удалить).

Таблица 3.2. Основные методы элемента управления EntityListView

Сигнатура	Описание
List<DataGridViewRow>GetSelectedRows()	Получить список выделенных строк элемента управления.
List<DataGridViewRow>GetAllRows()	Получить список всех строк элемента управления.
GridIsReadOnly(boolreadOnly)	Устанавливает доступность строк в элементе управления (readOnly=true – только чтение, readOnly=false– возможность редактирования).
FillData()	Заполнить список данными из БД.
Reload()	Отрисовать заново (перезагрузить) элемент управления.

String GetSelectedEntityId()	Получить идентификатор выделенного объекта (строки).
List<String>GetSelectedEntitiesId()	Получить список идентификаторов выделенных объектов (строк).
List<String>GetAllEntitiesId()	Получить идентификаторы всех объектов (строк) в списке.

EntityLookUp

Данный элемент управления предназначен для проставления ссылки одной сущности на другую в ходе редактирования первой, например, у студента на личность, или у студента на учебную группу. Также, как и описанный выше элемент управления, EntityLookUp является подклассом UserControl и агрегирует два стандартных элемента управления – текстовое поле (TextBox), в котором отображается презентационный атрибут выбранного объекта, и кнопка, при нажатии на которую, вызывается форма со списком объектов и последующей возможностью выбора одного из них. Свойства класса EntityLookUp представлены в таблице 3.3; методы данного класса представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.3. Свойства элемента управления EntityLookUp

Название	Тип	Описание
Entity	Entity (сущность)	Экземпляр класса Entity или его наследника, на который будет ссылаться редактируемый объект.
EntityListForm	Type (класс)	Класс формы со списком объектов.
EntityEditForm	Type (класс)	Класс формы для редактирования выбранного объекта (свойство Entity).
EntityType	Type (класс)	Тип выбираемого объекта.

Query	String (строка)	SQL-запрос к БД, накладывающий ограничение на список объектов при выборе.
-------	-----------------	---

Таблица 3.4. Основные методы элемента управления EntityLookUp

Сигнатура	Описание
SelectEntity()	Вызов формы со списком объектов и возможностью выбрать только один из них.
EditEntity()	Вызов формы редактирования выбранного объекта (свойство Entity) с возможностью последующего редактирования его свойств.

Базовая форма списка объектов

Базовая форма списка объектов (ListForm) представляет собой форму с единственным элементом управления – EntityListView, а также рядом свойств, представленных в таблице 3.5.

Таблица 3.5. Свойства базовой формы списка объектов

Наименование свойства	Тип свойства	Описание
EntityType	Type (класс)	Класс (подкласс Entity), экземпляры которого будут представлены в списке формы.
EntityEditForm	Type (класс)	Класс (подкласс EditForm) формы редактирования сущности.
MultiSelection	Boolean (логический тип)	Возможность выделения нескольких объектов в списке (по умолчанию true).
SenderLookUp	EntityLookUp	Ссылка на лукап, инициировавший открытие данной формы.

Query	String (строка)	SQL-запрос, накладывающий ограничение на вычитку из БД списка объектов формы.
-------	-----------------	---

Так как основная логика работы со списком объектов реализована в базовой форме, то при реализации прикладных форм списка можно избежать многократного дублирования программного кода, путем наследования прикладных форм от базовой формы списка (рисунок 3.4) [6].

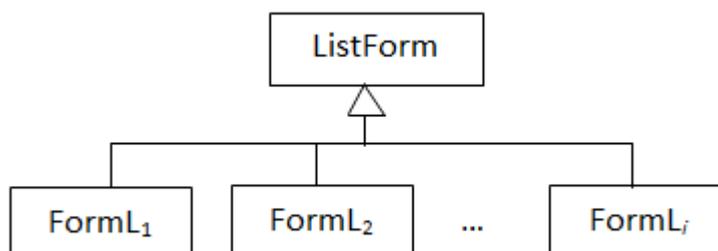


Рисунок 3.4 – Наследование прикладных форм списка объектов от базовой формы

На рисунке 3.4 под формами FormL₁, FormL₂, ..., FormL_i понимаются, например, формы со списком студентов учебной группы, учебных планов, компетенций и т.д., т.е. прикладные формы списка, соответствующие предметной области.

Базовая форма редактирования объектов

Визуальная часть формы состоит из кнопки сохранения объекта, а также пустого контейнера предназначенного для элементов управления, предоставляющих возможность изменения свойств объекта. Для исключения дублирования логики записи изменений объекта в базу данных в базовой форме редактирования (EditForm) реализована общая операция сохранения объекта путем вызова соответствующих методов сервиса данных. Таким образом, все формы редактирования должны наследоваться от базовой формы (рисунок 3.5).

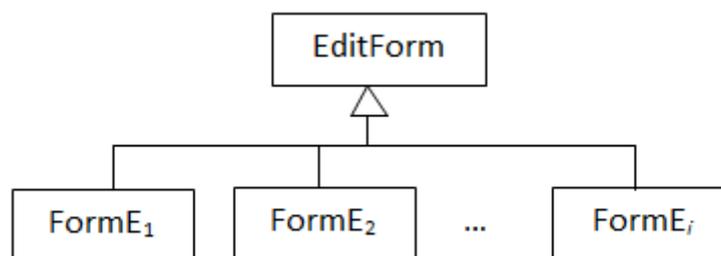


Рисунок 3.5 – Наследование прикладных форм редактирования от базовой формы

По аналогии с прикладными формами списка, на рисунке 3.5 под формами FormE₁, FormE₂, ..., FormE_i понимаются формы редактирования различных объектов, например, компетенций, дисциплин учебного плана, результатов контрольных мероприятий и т.д. Свойства базовой формы редактирования представлены в таблице 3.6.

Таблица 3.6. Свойства базовой формы редактирования объектов

Наименование свойства	Тип свойства	Описание
EntityType	Типе (класс)	Класс (подкласс Entity) экземпляры которого будут редактироваться.
Entity	Entity	Объект, редактируемый на данной форме.
SenderListForm	ListForm	Ссылка на форму списка объектов, инициировавшую отображение данной формы редактирования.

Сервис данных.

Сервис данных представляет собой класс, содержащий общие методы работы с содержимым базы данных. Для манипулирования данными в БД используются методы ORM-технологии NHibernate[68;131;132], также используются методы сборщика мусора для освобождения оперативной памяти от неиспользуемых объектов [96]. Стоит отметить, что все свойства и методы (таблица 3.7) сервиса данных являются статическими, чтобы уйти от

необходимости инициализации экземпляра данного класса. Общий сервис данных обладает следующими свойствами:

- **MainFactory** – фабрика для создания сессий подключения к БД, основная фабрика инициализируется один раз при первом обращении к данному свойству.
- **ConnectionString** – строка подключения к БД. Изначально строка задается в конфигурационном файле приложения, после начала работы АИСО записывается в данное свойство.

Таблица 3.7. Методы сервиса данных

Сигнатура	Параметры	Описание
InitFactory()	Нет	Инициализация фабрики сессий подключения к БД.
Save(Entity entity)	entity - сущность	Сохранение созданной/измененной сущности в БД.
Load(Entity entity, Int64 Id)	entity – сущность, Id – идентификатор сущности	Заполнение полей экземпляра класса (подкласса Entity) значениями из соответствующих полей таблицы в БД.
Load(Entity entity)	entity – сущность	Заполнение полей экземпляра класса (подкласса Entity) значениями из соответствующих полей таблицы в БД, в случае, когда идентификатор сущности не null (пустой).
DeleteEntity(Type entityType, string id)	entityType – класс сущности, id – идентификатор сущности	Удаление из соответствующей таблицы класса сущности записи с идентификатором id.

DeleteEntities(Type entityType, List<long>idList)	entityType – класс сущности, idList – список идентификаторов	Удаление из соответствующей таблицы класса сущности записей с идентификаторами из списка idList.
ExecuteQuery(string commandText)	commandText – текст запроса	Выполнение SQL-запроса commandText применительно к базе данных.

Система администрирования пользователей

Ввиду того, что АИСО предполагает взаимодействие достаточно большого количества пользователей, возникает необходимость разделения прав доступа на чтение, создание и редактирование сущностей. Для достижения данной цели была разработана система администрирования пользователей, имеющая ролевую модель, сущностная модель данной системы представлена на рисунке 3.6.

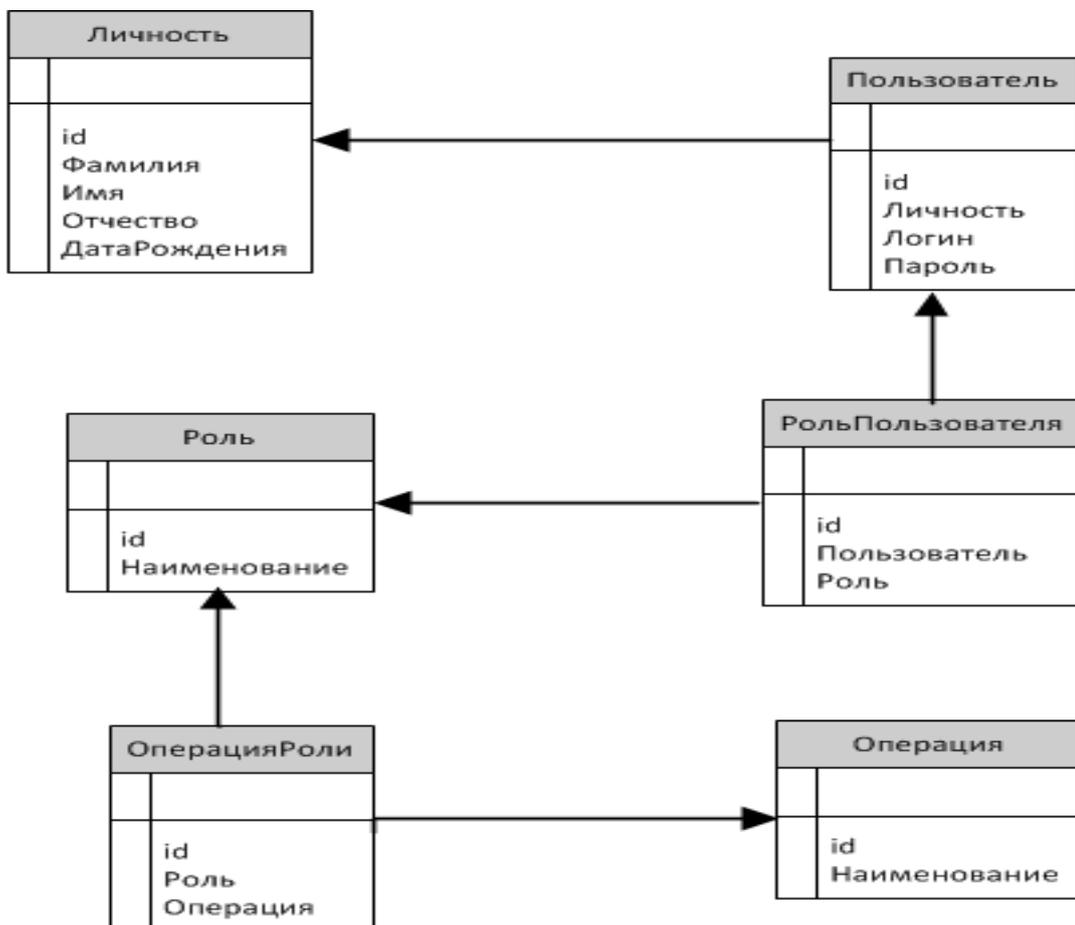


Рисунок 3.6 – Сущностная модель пользовательских ролей и операций

Как видно из рисунка 3.6, пользователь может обладать несколькими ролями, например, декан факультета может иметь все необходимые права, предоставленные деканату, и в то же время выступать в роли эксперта, отвечающего за настройку параметров кривых научения.

Операции и роли также имеют связь многие ко многим, это связано с тем, что различные роли могут иметь не только собственный набор операций, но также некоторое множество операций, доступных другим ролям. Например, редактирование компетенций могут осуществлять и эксперты, и работники учебно-методического управления. Список пользовательских операций представлен ниже:

- 1) **Редактирование компетенций** – данная операция предоставляет возможность чтения, создания и редактирования компетенций по всем образовательным программам, также предоставляет возможность установления взаимосвязи между компетенциями и дисциплинами учебного плана.
- 2) **Редактирование кривых научения** – позволяет заполнять параметры кривых научения по всем компонентам компетенций, создавать и редактировать группы дисциплин, для которых справедливы данные параметры.
- 3) **Работа со справочником дисциплин** – операция, отвечающая за доступ к общему справочнику всех дисциплин.
- 4) **Работа со списком личностей** – операция создания и редактирования сущности «Личность».
- 5) **Работа со справочниками подразделений**–предоставляет возможность работы со справочниками «Кафедра» и «Факультет».
- 6) **Работа с учебными группами** – операция создания и редактирования учебных групп студентов: привязка к кафедре и учебному плану, наполнение группы студентами.
- 7) **Заполнение результатов контрольных мероприятий**– предоставляет возможность заполнения результатов прохождения контрольных мероприятий по каждому студенту.

8) **Работа с учебными планами** – операция, позволяющая создавать и редактировать учебные планы, определять их дисциплинарное наполнение, трудоемкости по тем или иным дисциплинам и перечень контрольных мероприятий.

9) **Работа с группами компетенций** – возможность создания и редактирования групп компетенций.

В ходе исследовательской работы были определены следующие пользовательские роли для прототипа АИСО: «Эксперт» - отвечает за настройку кривых научения, «Деканат» - отвечает за заполнение всех данных о студентах, «Специалист УМУ» - отвечает за проверку и редактирование образовательных программ, «Ректорат» - отвечает за проверку и редактирование общих справочников. Доступ ролей к тем или иным операциям представлен в таблице 3.8.

Таблица 3.8. Доступ пользовательских ролей к пользовательским операциям

Роль пользователя	Набор операций
Эксперт	<ul style="list-style-type: none"> • Редактирование компетенций • Редактирование кривых научения • Работа с группами компетенций
Деканат	<ul style="list-style-type: none"> • Работа со списком личностей • Работа с учебными группами • Работа с учебными планами • Заполнение результатов контрольных мероприятий
Специалист УМУ	<ul style="list-style-type: none"> • Работа со справочником дисциплин • Работа с учебными планами • Редактирование компетенций • Работа с группами компетенций
Ректорат	<ul style="list-style-type: none"> • Работа со справочником дисциплин

	<ul style="list-style-type: none"> • Работа со списком личностей • Работа со справочниками подразделений
--	--

В рамках проекта АИСО был реализован пользовательский сервис, обладающий следующим функционалом: авторизация пользователя по введенному логину и паролю, возможность получения текущего пользователя из контекста приложения для других компонентов системы, проверка прав доступа пользователя к различным операциям. Пользовательские операции определяют видимость или доступность различных элементов интерфейса АИСО, таким образом, в исходном коде компонентов интерфейса при определении доступности того или иного компонента происходит вызов метода пользовательского сервиса, определяющего наличие прав у текущего пользователя к запрашиваемой операции.

Подсистема аудита

При сопровождении и поддержке многопользовательского прототипа АИСО возникает необходимость непрерывного контроля вносимых пользователями изменений. Для фиксации данных событий была разработана подсистема аудита работы пользователей, позволяющая определить кем, когда и какие именно изменения были внесены в содержимое основной базы данных. Сущностная схема подсистемы аудита представлена на рисунке 3.7.



Рисунок 3.7 – Сущностная модель подсистемы аудита работы пользователей

Аудит пользовательских операций распространяется на создание и изменение объектов, вид операции в сущности ДействиеПользователя

определяет поле Тип, которое может принимать только два значения – «Создание» и «Изменение». Далее фиксируется, какой именно объект был изменен, однозначно определить который позволяют поля НаименованиеСущности (имя класса в модели) и ИдентификаторСущности (первичный ключ объекта). Внесенные изменения (поле НаборИзменений) вычисляются следующим образом:

- Если объект был создан (Тип = «Создание»), то в поле НаборИзменений попадают все заполненные поля объекта.
- Если ранее созданный объект был отредактирован (Тип = «Изменение»), то происходит вычисление внесенных пользователем изменений. В таком случае, перед началом редактирования происходит копирование исходного объекта в очередь изменений (рисунок 3.8), далее, после окончания работы с объектом, в пару к копии исходного объекта добавляется копия измененного объекта. После этого специальный сервис подсистемы аудита, отвечающий за вычисление набора изменений, забирает полную пару исходного и измененного объектов, определяет отредактированные поля и записывает набор изменений в формате xml.

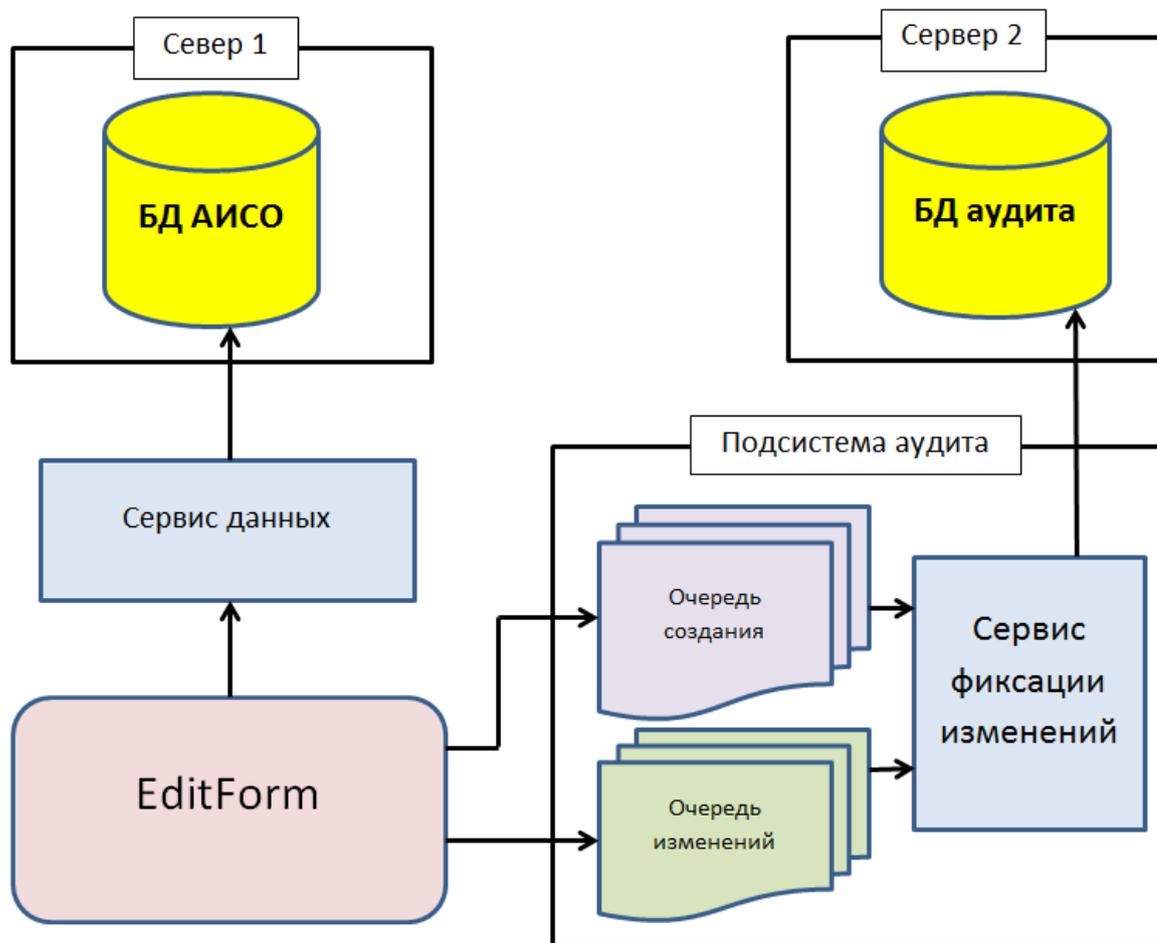


Рисунок 3.8 – Схема взаимодействия компонентов АИСО и подсистемы аудита

Как показано на рисунке 3.8, на этапе открытия формы редактирования объекта (EditForm) происходит определение типа редактирования (создание или изменение), в случае изменения, копия исходного объекта помещается в очередь изменяемых объектов, далее открывается сама форма редактирования, и пользователь может приступить к работе с объектом. После редактирования полей объекта на форме возможны два сценария развития событий – пользователь закрывает форму редактирования, не сохраняя объект, либо в ходе работы объект был сохранен один или более раз. Если объект ни разу не сохранялся в ходе его редактирования на форме, то система решает, что пользователь не вносит никакие изменения, после чего копия исходного объекта удаляется из очереди изменений, и форма редактирования закрывается. Если в ходе работы с формой редактирования объект сохранялся, т.е. все изменения объекта на форме были записаны сервисом данных в БД АИСО, то при закрытии формы редактирования, в очереди изменений будет найдена копия исходного

объекта, в пару которой будет проставлена копия измененного, далее пара копий объектов отправляется обратно в очередь. Сервис фиксации изменений забирает из очереди изменений только полные пары объектов, не трогая пары, где на месте измененного объекта null (пусто), для каждой пары вычисляет набор изменений и сохраняет их в БД аудита.

В случае, когда был создан новый объект и сохранен в БД АИСО, то после закрытия формы редактирования данный объект помещается очередь созданных объектов, откуда его забирает сервис фиксации изменений и сохраняет в БД аудита.

С учетом предполагаемой активности работы пользователей прототипа АИСО, и постоянной фиксации всех пользовательских изменений подсистемой аудита, представляется возможным возникновение следующих проблем: увеличение нагрузки на сервер баз данных, значительное ускорение роста объема базы данных АИСО, замедление работы самой системы из-за постоянных вычислений изменения редактируемых объектов.

С целью не допустить возникновения обозначенных потенциальных проблем, были приняты следующие технические решения: база данных аудита отделена от основной базы данных АИСО и вынесена на отдельный сервер баз данных (рисунок 3.8), при запуске АИСО сервис фиксации изменений подсистемы аудита запускается в отдельном потоке, чтобы своей работой не тормозить основной поток приложения [44]. Так как работа интерфейсной части АИСО и сервиса фиксации изменений разнесена по разным потокам, то для реализации очередей создания и изменения объектов была использована потокобезопасная коллекция ConcurrentDictionary [32;97].

Прикладной блок

Расчетный модуль и модульные тесты

На начальном этапе разработки прикладного блока АИСО было принято решение следовать технике разработки программного обеспечения test-driven-development (TDD) (рисунок 3.9).

В TDD выделяется пять основных этапов при использовании методологии на практике [125]:

- Написать новый тест-кейс;
- Убедиться, что запуск нового теста приведет к сбою;
- Написать новый или модифицировать код так, чтобы тест прошел успешно;
- Перезапустить все остальные тесты и подтвердить успешное их прохождение;
- Сделать рефакторинг кода, устранив избыточность.

Стоит уделить внимание сравнению подхода к разработке через тестирование (TDD) с подходом к тестированию после разработки (TLD). TDD и TLD имеют свои преимущества и недостатки. Причем, преимущество одной методологии зачастую является недостатком для другой [33;45;71;72]:

- 1) **Скорость разработки тестов.** В случае с TDD разработчикам приходится тратить больше времени, чем с TLD. Это объясняется дополнительными затратами на переключение разработчиков между написанием тестов и основного кода.
- 2) **Порог вхождения.** У TDD выше порог вхождения, так как это не только методология тестирования, это иной подход к разработке программного обеспечения (ПО). Поэтому разработчику необходимо время, чтобы понять его и начать использовать на практике.
- 3) **Производительность и сопровождение.** Благодаря TDD снижаются затраты на сопровождение программного продукта. Обычно при использовании этой методологии количество тест-кейсов больше, чем в случае с TLD. Это дает большее покрытие и подразумевает повышенную надежность продукта. Поэтому и сопровождать такое ПО легче. За счет хорошо продуманной архитектуры производительность системы, разработанной с использованием TDD, обычно выше.
- 4) **Объем кода.** Применение TLD позволяет существенно сократить объем кода по сравнению с TDD. Кроме того, код с TLD зачастую имеет более простую структуру.

5) **Внесение изменений.** С TDD разработчики обычно могут быть уверены, что изменения не вызовут нежелательных эффектов. Все необходимые тесты запускаются после каждого внесенного изменения. Благодаря разработке через тестирование отладка ПО в целом становится более прозрачной и осознанной.

Как видно TDD, по сравнению с TLD, имеет больше недостатков, нежели преимуществ. Однако в контексте данного диссертационного исследования это мнение ошибочно. Конечно, разработка модульных тестов при TDD-подходе требует порой немалых усилий, но при выборе концепции дальнейшей разработки следует исходить из технического задания и требований к дальнейшему сопровождению информационной системы. Разрабатываемый прототип АИСО предполагает наличие большого количества различных программных модулей, взаимосвязей между ними и т.д. После реализации прототипа АИСО предполагается его дальнейшая доработка до полноценной информационной системы, функционирующей в масштабах одного или нескольких вузов, с дальнейшим сопровождением. При дальнейшем сопровождении АИСО не исключается разработка нового функционала, связанная с постоянно меняющимися управленческими процессами в вузах. Очевидно, что процесс разработки и сопровождения будет очень сильно растянут во времени, а исходный код будет иметь достаточно большой объем и постоянно разрастаться. Именно это и является основным фактором выбора подхода к разработке программного обеспечения через тестирование (TDD), который предполагает написание модульных тестов, исходя из технического задания, и последующую реализацию требуемого функционала. Именно при таком подходе можно быть уверенным в надежности разрабатываемой информационной системы, а также устойчивости динамики ее развития.

Условно модульные тесты можно разбить на два блока – технологические и расчетные тесты.

Технологические тесты предполагают следование заложенной изначально концепции разработки прикладного блока, а именно корректное использование базовых компонентов технологического блока. Для достижения поставленной

цели были разработаны и реализованы с использованием NUnit [16;87] группы тестов для проверки следующей функциональности:

- 1) Проверка всех классов модели предметной области на предмет обязательного наследования от базового класса Entity.
- 2) Проверка каждого класса предметной области на наличие соответствующей таблицы в базе данных.
- 3) Проверка атрибутов классов предметной области на наличие соответствующих колонок в таблицах БД.
- 4) Проверка соответствия типов данных у колонок таблиц и атрибутов классов.
- 5) Все таблицы базы данных должны иметь колонку id (тип bigint), которая обязательно должна являться первичным ключом таблицы.
- 6) Проверка всех форм списка сущностей на предмет наследования от ListForm.
- 7) Проверка всех форм редактирования сущностей на предмет наследования от EditForm.
- 8) Проверка соответствия элементов управления на формах редактирования типам данных атрибутов сущности.
- 9) Проверка корректности результата получения освоённой трудоемкости в рамках дисциплинарной компетенции.

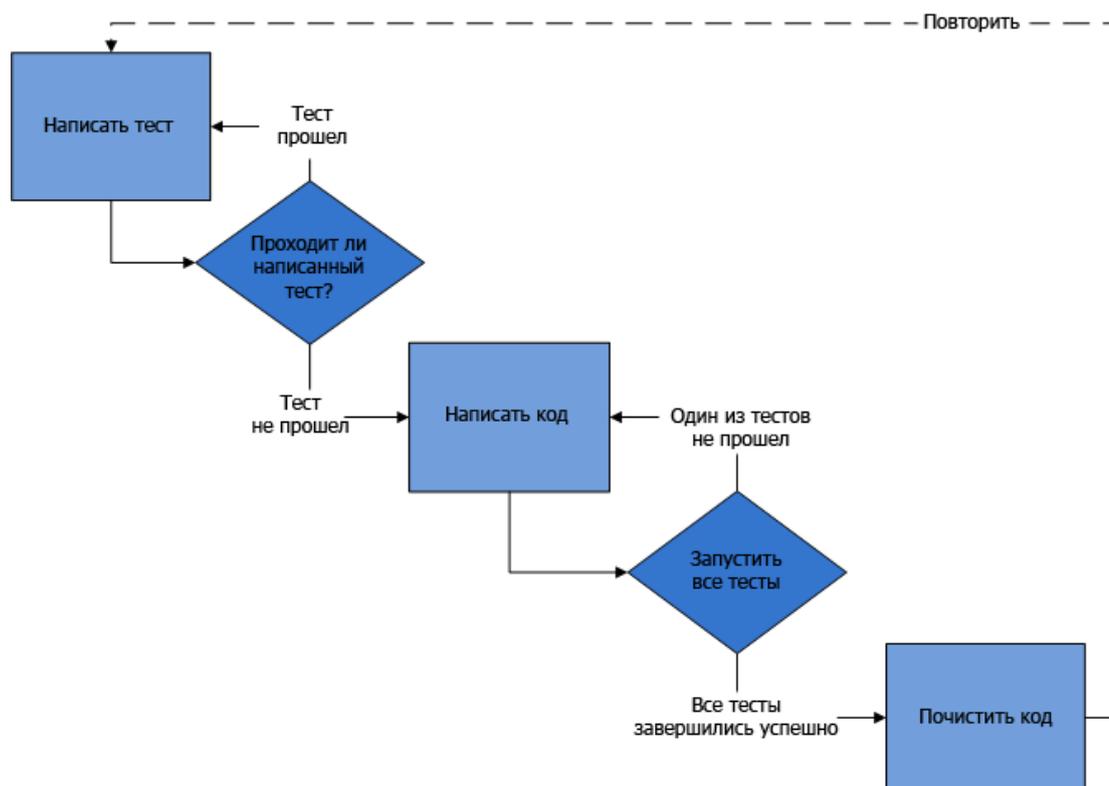


Рисунок 3.9 – Блок-схема подхода к разработке через тестирование

Последняя группа тестов, проверяющая корректность расчета дисциплинарных компетенций, основана на полученных вручную результатах освоения дисциплинарной компетенции, описанных в работе [35]. Подход к разработке через тестирование схематично представлен на рисунке 3.9.

Для удобства возможности произведения расчетов уровней сформированности компетенций студентов был реализован расчетный модуль в качестве отдельного подпроекта АИСО. Общий алгоритм расчета можно разделить на несколько этапов: получение освоенной трудоемкости по компоненту компетенции в рамках дисциплины; определение освоенной трудоемкости по дисциплинарной компетенции; определение сформированности компетенций, заявленных ОПОП; определение уровня сформированности общекультурных и профессиональных групп компетенций.

Загрузочный модуль

Разработанный прототип предполагает возможность работы с несколькими вузами в рамках реализации сетевых образовательных программ, в которых различные учебные модули могут осваиваться студентами различных вузов. В связи с этим возникает необходимость обмена данными между

прототипом АИСО и информационно-аналитическими системами (ИАС) вузов. На основании однотипности управленческих процессов вузов принята гипотеза об эквивалентности структур баз данных прототипа АИСО и ИАС. В таком случае можно организовать наполнение базы данных АИСО путем получения xml-пакетов с данными заранее определенного и единого для всех ИАС формата, для этого в АИСО был реализован специальный *загрузочный модуль*, отвечающий за проверку корректности полученных пакетов данных, а также запись данных в рабочую БД прототипа. К этим данным относятся: списки факультетов и кафедр, учебные группы и студенты учебных групп, справочник читаемых в вузе дисциплин, учебные планы, компетентностные модели выпускника, списки и результаты контрольных мероприятий студентов (результаты зачетов, экзаменов, дифференцированных зачетов, защит курсовых проектов и практик, ГИА). Для непрерывной работы загрузочного модуля была реализована служба ОС Windows с использованием технологии WCF в ходе реализации [95].

Модуль формирования отчетов по результатам оценивания

Для удобства работы при анализе полученных результатов расчетов был реализован специальный модуль, отвечающий за формирование отчетной документации в форматах Word и Excel. В прототипе АИСО реализована возможность формирования следующих отчетов:

- 1) **Перечень заявленных компетенций.** Представляет собой таблицу с кодом и описанием всех компетенций, заявленных ОПОП.
- 2) **Отношение между компетенциями и дисциплинами.** Представляет собой список компетенций с соответствующим списком дисциплин, участвующих в формировании каждой из них.
- 3) **График формирования компетенций.** Представляет собой список контрольных мероприятий по дисциплинам (вид КМ, семестр, неделя) в хронологическом порядке для каждой компетенции.

- 4) **Результаты контрольных мероприятий студентов.** Список результатов прохождения контрольных мероприятий по каждому студенту. Оценки представлены по компонентам знать, уметь и владеть.
- 5) **Матрица компетенций.** Таблица отношений компетенций и дисциплин строится в формате Excel.
- 6) **Трудоемкости разделов.** Распределение трудоемкостей дисциплины по компонентам формируемых компетенций (знать, уметь, владеть).
- 7) **Уровень сформированности ДК.** Представляет собой список дисциплинарных компетенций и уровни их сформированности для одного студента. Существует возможность, указать из интерфейса по каким именно ДК необходимо сформировать отчет.
- 8) **Уровень сформированности компетенции.** Представляет собой список общекультурных и профессиональных компетенций и уровни их сформированности на указанный момент времени. Перечень интересующих компетенций можно указать из интерфейса.
- 9) **Уровень сформированности групп компетенций.** Список уровней сформированности групп компетенций по каждому студенту.
- 10) **Уровень сформированности компетенций в учебной группе.** Список компетенций, заявленных ОПОП, и уровни их сформированности в рамках одной учебной группы.

Модуль выработки корректирующих действий с формированием соответствующих отчетов

Как было отмечено в разделе 1.1, в СМК университета были предусмотрены основные механизмы управления несоответствующими образовательными услугами (стандарт СТУ СМК 07-2009). В частности, это: изменение структуры учебного плана, изменение программ отдельных учебных дисциплин, изменение методических материалов, улучшение лабораторной базы, изменение методики преподавания, повышение квалификации преподавателей, повышение мотивации у студентов.

Отметим, что все вышеприведенные корректирующие действия можно условно разделить на две группы: непосредственные и опосредованные.

К первой группе можно отнести изменение структуры учебного плана и изменение программ отдельных учебных дисциплин, остальные корректирующие действия составляют вторую группу. К опосредованным относятся изменения, зависящие от человека/людей, проводящих эти изменения, т.е. от человеческого фактора. Эти корректирующие действия в большой степени являются субъективными и в нашем исследовании не рассматриваются.

Остановимся подробнее на первой группе. Обратим внимание на то, что изменение структуры учебного плана связано, в первую очередь, с изменением трудоемкости соответствующих дисциплин, а изменение программ отдельных учебных дисциплин (без изменения трудоемкости) связано с изменением в содержании соответствующей дисциплины. Другими словами, эти корректирующие действия непосредственно связаны с *изменением кривой научения*. Поэтому после введения этих механизмов управления группа экспертов должна *пересмотреть* соответствующую кривую научения для рассматриваемой учебной дисциплины.

Алгоритм выработки корректирующих воздействий состоит в следующем.

1. Введем критерий соответствия требованиям качества подготовки студентов по образовательной программе. Например, средняя суммарная (по учебной группе студентов) негэнтропийная оценка должна быть не меньше 80% от суммарной трудоемкости образовательной программы.
2. По результатам комплексного оценивания результатов образования (мониторинга) определяем так называемые «узкие места», т.е. определяем те учебные дисциплины/практические разделы, которые дают недостаточный вклад (с учетом их трудоемкости) в суммарную негэнтропийную оценку в среднем по учебной группе студентов (максимум по норме, в качестве которой берем разность между трудоемкостью дисциплины и *средней* по группе студентов негэнтропийной оценки).

3. Определяем количество и наименование учебных дисциплин/практических разделов, за счет корректировки которых можно выполнить установленный критерий соответствия требованиям по качеству.
4. Для выбранных дисциплин/практических разделов находим новые *кривые научения* с учетом результатов их освоения студентами, которые позволяют выполнить критерий качества.
5. С помощью экспертов вырабатываем корректирующие действия, позволяющие повысить результативность по этим дисциплинам, т.е. предлагаем изменить *содержание* соответствующих разделов рабочей программы.
6. В том случае, если критерий качества за счет вышеприведенных действий достичь не удастся, требуется пересмотр учебного плана с точки зрения перераспределения трудоемкостей между разделами образовательной программы. При этом определяются те дисциплины/практические разделы, для которых целесообразно увеличение трудоемкости и те дисциплины/практические разделы, для которых возможно снижение трудоемкости без существенного ущерба для качества образования. После этого находятся новые *кривые научения*.
7. Новый учебный план с новыми кривыми научения используется для обучения вновь поступивших студентов.

Подобную корректировку рекомендуется выполнять ежегодно.

Пример корректирующих действий для дисциплины Б1.В.06 «Логистика на предприятии» приведен в разделе 4.6.

Модуль выработки корректирующих действий использует функционал расчетного модуля при расчете дисциплинарных компетенций в рамках учебной группы студентов. В результате расчетов представляются уровни освоения дисциплинарных компетенций в разрезе компонентов *знаний, умений и владений*. В случае, когда критерий соответствия требованиям качества подготовки студентов не выполнен, определяются дисциплины, к которым необходимо применить корректирующие действия путем изменения кривых научения, позволяющих достичь необходимый результат образования. При этом способы реализации этих действий за счет изменения содержания дисциплин и

технологий обучения предлагаются ведущими преподавателями, ответственными за данные дисциплины.

После проведенных исследований все полученные отчеты отправляются в рамках СМК руководителям ОПОП и преподавателям дисциплин для принятия дальнейших решений по повышению качества образования в вузе.

3.3. Тестирование компонентов и системы в целом

Тестирование работы системы проводилось с применением системного подхода к тестированию программного обеспечения [111], выполняемом на полной, интегрированной системе, с целью проверки соответствия системы исходным требованиям.

В ходе тестирования прототипа АИСО были рассчитаны уровни сформированности компетенций студентов, обучающихся по направлению подготовки 27.04.04 «Управление в технических системах» (квалификация (степень) «магистр») в ПНИПУ. Также было проверено корректное формирование отчетной документации, предоставляемой в СМК вуза для принятия дальнейших управленческих решений по повышению качества образования. Полученные результаты расчетов представлены в главе 4, на примере двух студентов, обучавшихся по направлению 27.04.04.

Выводы по третьей главе

1. Разработан и предложен алгоритм решения задачи синтеза частных результатов образования в интегральную оценку общекультурной и профессиональной компетентности студентов и выпускников вуза. Предложенный алгоритм предполагает разбиение дисциплин учебного плана на группы, для каждой группы дисциплин экспертами определяются кривые научения по каждому компоненту компетенции (знать, уметь, владеть), далее проводится агрегирование частных оценок частей компетенции и производится оценивание уровня сформированности каждой компетенции, как при проведении всех запланированных видов промежуточной аттестации, так и при итоговой государственной аттестации выпускников вуза, при этом учитывается «вес» каждой частной оценки, который устанавливается вузом.

2. Составлено техническое задание на разработку прототипа автоматизированной информационной системы оценивания (АИСО) результатов образования, разработана структурная модель прототипа, состоящая из диалогового, загрузочного, расчетного и аналитического блоков, в качестве шаблона проектирования архитектуры АИСО был выбран шаблон MVC, разработана реляционная модель базы данных, в качестве СУБД была выбрана PostgreSQL. На протяжении всего цикла разработки и реализации АИСО применялся tdd-подход к разработке ПО.

3. Диалоговый модуль АИСО разбивается на технологический и прикладной блоки. Технологический блок представляет собой совокупность базовых элементов системы, функциональность, реализованная в технологическом блоке, многократно используется компонентами, реализованными в прикладном блоке, а также может быть использована при расширении функциональности АИСО или реализации других проектов. В прикладном блоке реализована функциональность, основанная уже на конкретной предметной области, в данном случае в рамках диссертационного исследования. Для поддержки принятия управленческих решений по повышению качества образования был реализован модуль выработки корректирующих воздействий с формированием соответствующих отчетов.

4. Рассмотрены преимущества и недостатки TDD и TLD подходов к разработке ПО, обоснован выбор TDD подхода. Описан загрузочный модуль, а также модуль формирования отчетной документации. Приведен список реализованных модульных тестов, разбитых на группы. Описано тестирование компонентов системы, после окончания цикла разработки АИСО.

4. Апробация автоматизированной информационной системы оценивания результатов и поддержки управленческих решений при реализации образовательных программ вуза

4.1. Описание образовательной программы магистратуры по направлению

Выпускник по направлению 27.04.04 «Управление в технических системах» (квалификация (степень) «магистр») должен быть подготовлен к профессиональной деятельности в области проектирования, исследования, производства и эксплуатации систем и средств управления в промышленной и оборонной отраслях, в экономике, на транспорте, в сельском хозяйстве, медицине, а также создания современных программных и аппаратных средств исследования и проектирования, контроля, технического диагностирования и промышленных испытаний систем автоматического и автоматизированного управления.

Выпускник магистерской программы «Информационные технологии в управлении производственными системами» должен быть подготовлен к выбранным видам профессиональной деятельности в области проектирования систем управления производствами промышленных предприятий с использованием современных аппаратно-программных средств, систем автоматизированного проектирования и управления базами данных (в соответствии с ПНР-4 «Урбанистика» ПНИПУ).

Объектами профессиональной деятельности магистров по направлению 27.04.04 «Управление в технических системах» являются:

- системы управления, контроля, технического диагностирования, автоматизации и информационного обслуживания;
- методы и средства их проектирования, моделирования, экспериментальной обработки, подготовки к производству и технического обслуживания.

Объектами профессиональной деятельности выпускников магистерской программы «Информационные технологии в управлении производственными системами» являются:

- системы управления производством промышленных предприятий;

методы и средства их исследования, моделирования, проектирования, разработки аппаратно-программного обеспечения и технического обслуживания.

В соответствии с ФГОС ВО выпускник по направлению подготовки 27.04.04 «Управление в технических системах», получивший квалификацию (степень) «магистр», магистерская программа «Информационные технологии в управлении производственными системами», должен быть подготовлен к следующим видам профессиональной деятельности:

- проектно-конструкторской;
- научно-исследовательской.

В результате освоения образовательной программы выпускник по направлению подготовки 27.04.04 «Управление в технических системах» с квалификацией (степенью) «магистр», магистерская программа «Информационные технологии в управлении производственными системами», должен обладать следующим набором общекультурных (ОК), профессиональных (ПК) и профильно-специализированных компетенций (ПСК) с заданным уровнем освоения (таблица 4.1).

Компетенции выпускника, формируемые в процессе освоения данной ОПОП ВО, были определены на основе требований ФГОС ВО к результатам освоения ОПОП в форме компетенций с учетом особенностей целей магистерской программы и анализа потребностей регионального рынка труда, направлений развития научно-педагогической школы выпускающей кафедры, исходя из основных целей данной ОПОП и видов профессиональной деятельности, к которым готовится выпускник вуза по данной ОПОП.

Уровень формирования каждой компетенции установлен в результате проведенного исследования их актуальности путем анкетирования основных работодателей, выпускников и преподавателей, участвующих в реализации данной ОПОП. В анкетировании приняли участие более 50 респондентов. Анализ полученных результатов показал, что 28 (100 %) компетенций выпускников должно быть сформировано на высоком уровне.

Таблица 4.1 – Перечень и уровень освоения формируемых компетенций

№	Формируемая компетенция	Код	Уровень освоения
1	2	3	4
1 Общекультурные компетенции			
1	Способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень	ОК-1	высокий
2	Способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности	ОК-2	высокий
3	Способность свободно пользоваться русским и иностранным языками как средством делового общения	ОК-3	высокий
4	Способность использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ в управлении коллективом	ОК-4	высокий
5	Способность проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности	ОК-5	высокий
6	Готовность к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности	ОК-6	высокий
7	Способность адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности	ОК-7	высокий
8	Способность позитивно воздействовать на окружающих с точки зрения соблюдения норм и рекомендаций здорового образа жизни	ОК-8	высокий
9	Готовность использовать знания правовых и этических норм при оценке последствий своей профессиональной деятельности, при разработке и осуществлении социально значимых проектов	ОК-9	высокий
2 Профессиональные компетенции			
2.1 Общепрофессиональные компетенции			
10	Способность использовать результаты освоения фундаментальных и прикладных дисциплин ОПОП магистратуры	ПК-1	высокий
11	Способность демонстрировать навыки работы в научном коллективе, порождать новые идеи (креативность)	ПК-2	высокий
12	Способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	ПК-3	высокий
13	Способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности	ПК-4	высокий
14	Способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями магистерской программы)	ПК-5	высокий
15	Готовность оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы	ПК-6	высокий
1	2	3	4
2.2 Профессиональные компетенции по видам деятельности			
проектно-конструкторская деятельность			
16	Способность применять современный инструментарий проектирования программно-аппаратных средств для решения задач автоматизации и управления	ПК-7	высокий
17	Способность проводить патентные исследования и определять показатели технического уровня проектируемых систем автоматизации и управления	ПК-8	высокий

18	Способность выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления в технических системах	ПК-9	высокий
19	Способность ставить задачи проектирования программно-аппаратных средств автоматизации и управления, готовить технические задания на выполнение проектных работ	ПК-10	высокий
20	Способность использовать современные технологии обработки информации, современные технические средства управления, вычислительную технику, технологии компьютерных сетей и телекоммуникаций при проектировании систем автоматизации и управления	ПК-11	высокий
21	Готовность к аргументированной защите, научно-технических проектов в коллективах разработчиков	ПК-12	высокий
научно-исследовательская деятельность			
22	Способность формулировать цели, задачи научных исследований, выбирать методы и средства решения задач	ПК-19	высокий
23	Способность применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки	ПК-20	высокий
24	Способность применять современные методы разработки технического, информационного и алгоритмического обеспечения систем автоматизации и управления	ПК-21	высокий
25	Способность к организации и проведению экспериментальных исследований и компьютерного моделирования с применением современных средств и методов	ПК-22	высокий
26	Способность анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения	ПК-23	высокий
2.3 Профильно-специализированные компетенции по видам деятельности			
проектно-конструкторская деятельность			
27	Способность проектировать компоненты автоматизированных систем управления производством	ПСК-1	высокий
научно-исследовательская деятельность			
28	Способность применять современные информационные технологии при разработке и эксплуатации систем управления производством	ПСК-2	высокий

Разделение всех заявленных компетенций на дисциплинарные части было осуществлено на основе анализа их содержательной структуры и представлено с помощью таблицы отношений компетенций и учебных дисциплин, практических разделов, участвующих в формировании каждой компетенции (таблица 4.2). В таблице 4.2 в столбец «К\Д» заносится информация о количестве компетенций, в формировании которых принимает участие каждая дисциплина, в строку «Д\К» – информация о количестве дисциплин, формирующих каждую компетенцию. Индексы учебных дисциплин, коды частей компетенций соответствуют обозначениям дисциплин в учебном плане ОПОП.

Как видно из таблицы 4.2, каждая из заявленных компетенций формируется различным числом учебных дисциплин и/или практических разделов ОПОП в зависимости от ее важности и сложности формирования. Распределение учебных дисциплин по формируемым компетенциям основывается на результатах анализа компонентного состава всех компетенций.

Формирование компетенций осуществляется при изучении учебных дисциплин и освоении практических разделов. Соответствующие связи между дисциплинарной и компетентностной структурами приведены в матрице отношений (таблица 4.4).

Для оценки трудоемкостей, затраченных на формирование компетенций (таблица 4.4), сформируем вспомогательную таблицу 4.3, основанную на данных таблице 4.2, в которой представим перечень дисциплин и практических разделов, направленных на формирование КМВ.

Таблица 4.3. Перечень дисциплин и практических разделов, направленных на формирование КМВ

Дисциплины Формируемые компетенции	Д1	Д2	Д3	Д4	Д5	Д6	Д7	Кол-во дисц. частей
ОК-1	Б1.Б.01	Б1.В.01	Б1.В.02					3
ОК-2	Б1.Б.01	Б1.В.02	Б1.Б.03					3
ОК-3	Б1.В.01							1
ОК-4	Б2.В.01	Б2.В.03	Б2.В.04					3
ОК-5	Б2.ДВ.03. 2	Б2.В.03						2
ОК-6	Б1.В.01	Б1.В.02						2
ОК-7	Б1.Б.01							1
ОК-8	Б1.Б.01							1
ОК-9	Б2.ДВ.03. 2							1
ПК-1	Б1.Б.04							1
ПК-10	Б1.Б.04	Б1.Б.05	Б2.В.04					3
ПК-11	Б1.Б.05	Б1.В.06	Б2.В.04					3
ПК-12	Б2.В.01	Б2.В.04						2
ПК-19	Б1.Б.03	Б2.В.01						2
ПК-2	Б2.В.01	Б2.В.03						2
ПК-20	Б1.Б.02	Б1.ДВ.01. 1	Б1.ДВ.02. 1	Б1.В.03				4
ПК-21	Б1.Б.04	Б1.Б.05						2
ПК-22	Б1.Б.02	Б1.ДВ.02. 1	Б1.В.06	Б2.ДВ.03. 2				4
ПК-23	Б1.В.03	Б2.В.03						2
ПК-3	Б1.Б.02	Б1.Б.03						2
ПК-4	Б1.В.03	Б2.В.01						2
ПК-5	Б1.В.04	Б1.В.07	Б1.ДВ.04. 2					3
ПК-6	Б2.В.01							1
ПК-7	Б1.Б.04	Б1.В.05						2
ПК-8	Б1.В.04	Б2.В.04						2
ПК-9	Б1.ДВ.01. 1	Б1.Б.05						2
ПСК-1	Б1.В.05	Б2.ДВ.03. 2	Б2.В.03	Б2.В.04				4

ПСК-2	Б1.ДВ.01. 1	Б1.В.03	Б1.В.04	Б1.В.07	Б1.ДВ.04. 2	Б2.В.0 3	Б2.В.0 4	7

Рассмотрим заполнение таблицы 4.4 на примере компетенции **ПК-19** – *Способность формулировать цели, задачи научных исследований, выбирать методы и средства решения задач*. Данная компетенция формируется с помощью дисциплины **Б1.Б.03** «Современные проблемы теории управления» и практического раздела **Б2.В.01** «НИР в семестре».

Б1.Б.03. Трудоемкость дисциплины: $144 = 39_z + 81_y + 24_v$. С помощью этой дисциплины идет формирование 3-х компетенций (см. таблицу 4.2). Поэтому на формирование дисциплинарной части компетенции **ПК-19**: $48 = 13_z + 27_y + 8_v$.

Б2.В.01. Трудоемкость практического раздела: $1008 = 300_z + 300_y + 408_v$. С помощью этого раздела идет формирование 6-и компетенций (см. таблицу 4.2). На формирование дисциплинарной части компетенции **ПК-19**: $168 = 50_z + 50_y + 68_v$

Таблица 4.4. Трудоемкости, выделенные на формирование компетенций

Формируемые компетенции	Трудоемкость, час																					общая
	Д1			Д2			Д3			Д4			Д5			Д6			Д7			
	з	у	в	з	у	в	з	у	в	з	у	в	з	у	в	з	у	в	з	у	в	
ОК-1	10	12	5	8	22	6	8	11	5													87
ОК-2	10	12	5	8	11	5	13	27	8													99
ОК-3	8	22	6																			36
ОК-4	50	50	68	18	18	24	15	15	21													279
ОК-5	8	19	9	18	18	24																96
ОК-6	8	22	6	8	11	5																60
ОК-7	10	12	5																			27
ОК-8	10	12	5																			27
ОК-9	8	19	9																			36
ПК-1	12	24	9																			45
ПК-10	12	24	9	10	17	9	15	15	21													132
ПК-11	10	17	9	13	28	13	15	15	21													141
ПК-12	50	50	68	15	15	21																219
ПК-19	13	27	8	50	50	68																216
ПК-2	50	50	68	18	18	24																228
ПК-20	13	23	12	10	16	10	20	34	18	10	17	9										192
ПК-21	12	24	9	10	17	9																81
ПК-22	13	23	12	20	34	18	13	28	13	8	19	9										210
ПК-23	10	17	9	18	18	24																96
ПК-3	13	23	12	13	27	8																96
ПК-4	10	17	9	50	50	68																204
ПК-5	17	32	11	13	28	13	16	42	14													186
ПК-6	50	50	68																			168
ПК-7	12	24	9	25	48	17																135
ПК-8	17	32	11	15	15	21																111
ПК-9	10	16	10	10	17	9																72

ПСК-1	25	48	17	8	19	9	18	18	24	15	15	21										237
ПСК-2	10	16	10	10	17	9	17	32	11	13	28	13	16	42	14	18	18	24	15	18	21	372
Общая трудоемкость образовательной программы, час																					388	
																					8	

Необходимо отметить, что суммарная трудоемкость, выделенная на формирование всех заявленных компетенций (см. таблицу 4.4), должна совпадать с трудоемкостью образовательной программы (таблица 4.2), а сумма трудоемкостей, выделенных на формирование компонентов *знать, уметь, владеть* всех компетенций, формируемых в рамках дисциплины (практического раздела) должна равняться трудоемкости этой дисциплины (практического раздела).

Основным результатом формирования таблицы 4.4 является получение данных о распределении трудоемкостей между компетенциями и их компонентами (*знать, уметь, владеть*).

График контрольных мероприятий оценивания уровня сформированности компетенций может быть представлен двумя способами: с помощью сетевых графиков или с помощью таблицы.

Рассмотрим построение этого графика на примере формирования и оценивания компетенции ПК-19 «Способность формулировать цели, задачи научных исследований, выбирать методы и средства решения задач» (таблица 4.1). В качестве исходных данных выступают базовый учебный план (БУП) магистерской программы и компетентностная модель выпускника магистратуры (КМВ), а также рабочие программы дисциплин и практических разделов ОПОП.

Согласно КМВ магистратуры (см. таблицу 4.2) формирование этой компетенции осуществляется при изучении учебной дисциплины Б1.Б.03 «Современные проблемы теории управления» и освоении практического раздела Б2.В.01 «Научно-исследовательская работа магистранта» (НИРМ), а уровень ее сформированности контролируется при проведении 4-х промежуточных аттестаций и при государственной итоговой аттестации (ГИА).

Сетевой график (СГ) формирования и контроля уровня сформированности компетенции ПК-19 приведен на рисунке 4.1. Кругами на СГ обозначены результаты образования (РО, Р1, ...), а стрелками – изучаемые дисциплины и

практические разделы. В качестве весов СГ выступают трудоемкости, выделенные на изучение соответствующих дисциплин и практических разделов в соответствии с БУП магистерской программы.

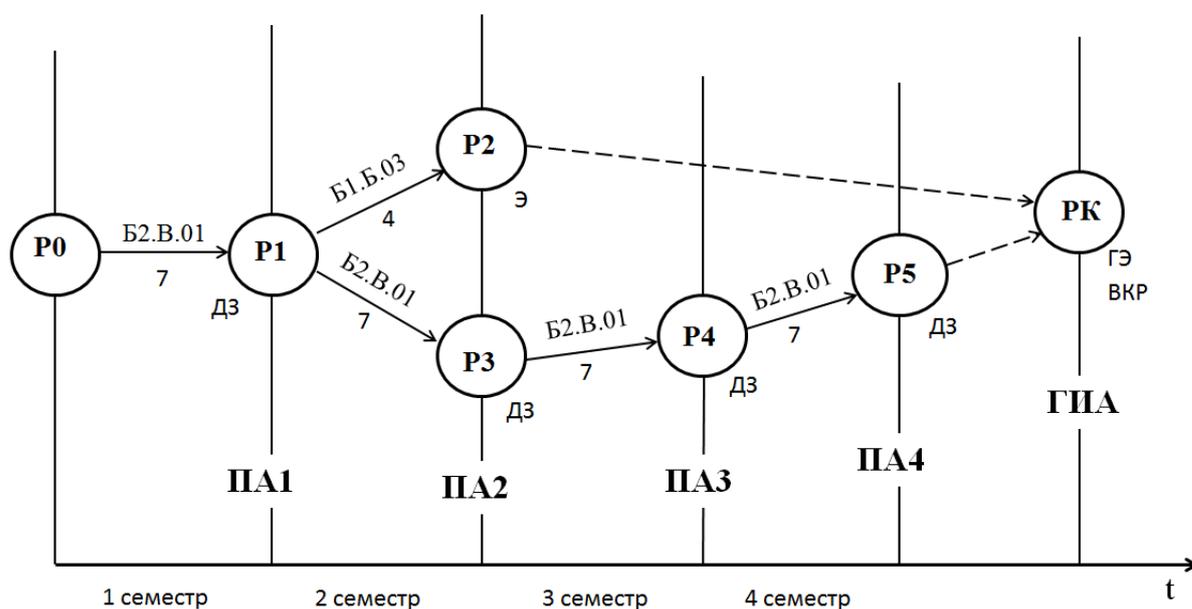


Рисунок 4.1 – Сетевой график формирования и контроля уровня сформированности компетенции ПК-19

Отметим, что в соответствии с БУП освоение программы НИРМ проводится в течение 4-х семестров и на каждую семестровую часть НИРМ запланировано 7 зачетных единиц. В конце каждого семестра запланирована промежуточная аттестация (ПА1, ПА2, ПА3, ПА4) результатов освоения НИРМ студентами в форме дифференцированного зачета (ДЗ). Кроме того в формировании компетенции ПК-19 участвует дисциплина Б1.Б.03 «Современные проблемы теории управления», запланированная на 2-ой семестр, изучение которой контролируется промежуточной аттестацией (ПА2) в форме экзамена (Э). В конце 4-го семестра программой предусмотрена ГИА в форме государственного экзамена (ГЭ) и защиты выпускной квалификационной работы (ВКР).

В дальнейшем данный СГ будет использоваться при оценивании уровня сформированности компетенции ПК-19 на этапах освоения образовательной программы.

Из СГ (рисунок 4.1) следует, что для оценивания уровня сформированности измеряемой компетенции ПК-19 необходимо оценивать

уровень сформированности дисциплинарной компетенции ПК-19.Б1.Б.03 при промежуточной аттестации ПА2, проводимой в форме экзамена, и уровень сформированности части компетенции ПК-19.Б2.В.01 при промежуточных аттестациях НИРМ (ПА1, ПА2, ПА3 и ПА4) в форме дифференцированного зачета.

Таким образом, компетенция ПК-19 формируется дисциплиной Б1.Б.03 «Современные проблемы теории управления» и практическим разделом Б2.В.01 «Научно-исследовательская работа». Данная компетенция формируется на протяжении четырех семестров и контролируется во время промежуточных аттестаций (ПА) при проведении дифференциальных зачетов (ДЗ) и экзаменов (Э), а также во время итоговой государственной аттестации при прохождении государственного экзамена (ГЭ) и защиты выпускной квалификационной работы (ВКР). Результаты освоения компетенции ПК-19 для трех студентов представлены в таблице 4.5.

Таблица 4.5. Результаты освоения студентами компетенции ПК-19

Студент	Средняя оценка по контрольным мероприятиям	Оценка освоения компетенции в %	Итоговая оценка уровня сформированности компетенции (балл)
Студент 1	4,1	78% (з - 84%, у - 86%, в - 64%)	хорошо
Студент 2	4,8	92% (з - 96%, у - 95%, в - 84%)	отлично
Студент 3	4,7	88% (з - 96%, у - 89%, в - 80%)	хорошо

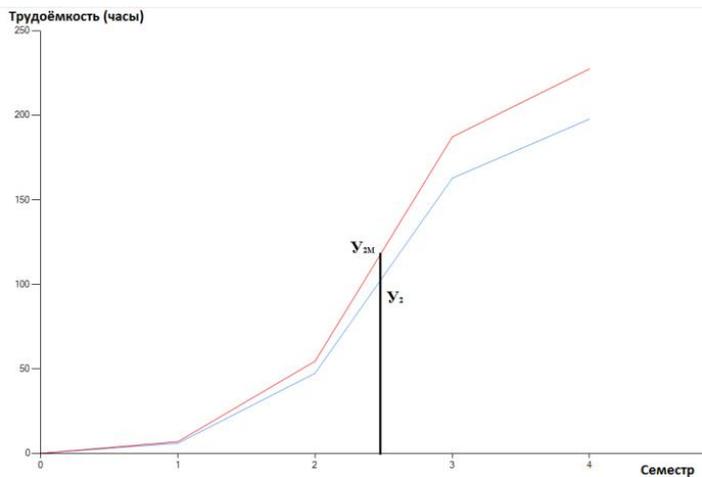


Рис. 4.2 – График освоения компетенции ПК-19

Разработанный прототип АИСО позволяет в автоматизированном режиме оценивать уровень сформированности каждой заявленной компетенции, а также групп компетенций в процессе освоения студентами образовательной программы, что дает возможность обоснованно

вырабатывать корректирующие воздействия на качество подготовки выпускников вуза.

Кроме того, существует возможность отследить ход освоения компетенции для каждого студента на протяжении всего процесса обучения и оценить уровень сформированности компетенции в любой момент времени, как показано (рисунок 4.2) для компетенции ПК-19, где верхний график соответствует максимально возможному уровню освоения компетенции, а нижний, уровню освоения компетенции студентом. Из графика видно, что в середине третьего семестра уровень освоения компетенции 2-го студента Y_2 составляет 121 час, в то время как максимально возможный уровень сформированности Y_{2M} составляет 132 часа, а это означает, что студент усвоил 92% объема информации, предоставленного в рамках формирования компетенции ПК-19 к середине третьего семестра.

Аналогично могут быть построены сетевые графики формирования и контроля всех заявленных компетенций. Эти же графики могут быть представлены в виде таблицы 4.6.

Таблица 4.6. График формирования и контроля компетенций

График формирования компетенций			
Дисциплина	Вид контроля	Семестр	Неделя
ОК-1			
Б1.Б.01 Философские проблемы науки и техники	Экзамен	1	18
Б1.В.01 Деловой иностранный язык	Экзамен	1	18
Б1.В.02 Педагогика	Зачет	1	18
ОК-2			
Б1.Б.01 Философские проблемы науки и техники	Экзамен	1	18
Б1.В.02 Педагогика	Зачет	1	18
Б1.Б.03 Современные проблемы теории управления	Экзамен	2	18
ОК-3			
Б1.В.01 Деловой иностранный язык	Экзамен	1	18
ОК-4			
Б2.В.01 Научно-исследовательская работа	Дифференцированный зачет	1	18
Б2.В.01 Научно-исследовательская работа	Дифференцированный зачет	2	18
Б2.В.04 Производственная практика	Дифференцированный зачет	2	22
Б2.В.01 Научно-исследовательская работа	Дифференцированный зачет	3	18
Б2.В.03 Научно-исследовательская практика	Зачет	4	10
Б2.В.01 Научно-исследовательская работа	Дифференцированный зачет	4	18
ОК-5			
Б2.ДВ.03.1. Управление проектами	Дифференцированный зачет	2	18
Б2.ДВ.03.2. Управление ТОРО	Дифференцированный зачет	2	18
Б2.В.03 Научно-исследовательская практика	Зачет	4	10
ОК-6			
Б1.В.01 Деловой иностранный язык	Экзамен	1	18
Б1.В.02 Педагогика	Зачет	1	18
ОК-7			
Б1.Б.01 Философские проблемы науки и техники	Экзамен	1	18

ОК-8			
Б1.Б.01 Философские проблемы науки и техники	Экзамен	1	18
ОК-9			
Б2.ДВ.03.1. Управление проектами	Дифференцированный зачет	2	18
Б2.ДВ.03.2. Управление ТОРО	Дифференцированный зачет	2	18
ПК-1			
Б1.Б.04 Автоматизированное проектирование средств и систем управления	Экзамен	2	18
ПК-10			
Б1.Б.05 Компьютерные технологии управления в технических системах	Курсовая работа	1	18
Б1.Б.05 Компьютерные технологии управления в технических системах	Дифференцированный зачет	1	18
Б1.Б.04 Автоматизированное проектирование средств и систем управления	Экзамен	2	18
Б2.В.04 Производственная практика	Дифференцированный зачет	2	22
ПК-11			
Б1.Б.05 Компьютерные технологии управления в технических системах	Курсовая работа	1	18
Б1.Б.05 Компьютерные технологии управления в технических системах	Дифференцированный зачет	1	18
Б2.В.04 Производственная практика	Дифференцированный зачет	2	22
Б1.В.06. Логистика на предприятии	Курсовая работа	4	18
Б1.В.06. Логистика на предприятии	Зачет	4	18
ПК-12			
Б2.В.01 Научно-исследовательская работа	Дифференцированный зачет	1	18
Б2.В.02 Междисциплинарный семинар	Дифференцированный зачет	1	18
Б2.В.01 Научно-исследовательская работа	Дифференцированный зачет	2	18
Б2.В.02 Междисциплинарный семинар	Дифференцированный зачет	2	18
Б2.В.04 Производственная практика	Дифференцированный зачет	2	22

Б2.В.01 Научно-исследовательская работа	Дифференцированный зачет	3	18
Б2.В.02 Междисциплинарный семинар	Дифференцированный зачет	3	18
Б2.В.01 Научно-исследовательская работа	Дифференцированный зачет	4	18
Б2.В.02 Междисциплинарный семинар	Дифференцированный зачет	4	18
ПК-19			
Б2.В.01 Научно-исследовательская работа	Дифференцированный зачет	1	18
Б1.Б.03 Современные проблемы теории управления	Экзамен	2	18
Б2.В.01 Научно-исследовательская работа	Дифференцированный зачет	2	18
Б2.В.01 Научно-исследовательская работа	Дифференцированный зачет	3	18
Б2.В.01 Научно-исследовательская работа	Дифференцированный зачет	4	18
ПК-2			
Б2.В.01 Научно-исследовательская работа	Дифференцированный зачет	1	18
Б2.В.01 Научно-исследовательская работа	Дифференцированный зачет	2	18
Б2.В.01 Научно-исследовательская работа	Дифференцированный зачет	3	18
Б2.В.03 Научно-исследовательская практика	Зачет	4	10
Б2.В.01 Научно-исследовательская работа	Дифференцированный зачет	4	18
ПК-20			
Б1.ДВ.01.1 Управление в условиях неопределенности	Зачет	1	18
Б1.ДВ.01.2 Применение экспертных систем и искусственного интеллекта в системах управления реального времени	Зачет	1	18
Б1.ДВ.02.1 Математические методы в планировании производства	Дифференцированный зачет	1	18
Б1.Б.02 Математическое моделирование объектов и систем управления	Курсовая работа	2	18
Б1.Б.02 Математическое моделирование объектов и систем управления	Дифференцированный зачет	2	18
Б1.В.03. Проектирование интеллектуальных систем управления производством	Курсовая работа	3	18

Б1.В.03. Проектирование интеллектуальных систем управления производством	Дифференцированный зачет	3	18
ПК-21			
Б1.Б.05 Компьютерные технологии управления в технических системах	Дифференцированный зачет	1	18
Б1.Б.05 Компьютерные технологии управления в технических системах	Курсовая работа	1	18
Б1.Б.04 Автоматизированное проектирование средств и систем управления	Экзамен	2	18
ПК-22			
Б1.ДВ.02.1 Математические методы в планировании производства	Дифференцированный зачет	1	18
Б1.Б.02 Математическое моделирование объектов и систем управления	Дифференцированный зачет	2	18
Б1.Б.02 Математическое моделирование объектов и систем управления	Курсовая работа	2	18
Б2.ДВ.03.1. Управление проектами	Дифференцированный зачет	2	18
Б2.ДВ.03.2. Управление ТОРО	Дифференцированный зачет	2	18
Б1.В.06. Логистика на предприятии	Курсовая работа	4	18
Б1.В.06. Логистика на предприятии	Зачет	4	18
ПК-23			
Б1.В.03. Проектирование интеллектуальных систем управления производством	Дифференцированный зачет	3	18
Б1.В.03. Проектирование интеллектуальных систем управления производством	Курсовая работа	3	18
Б2.В.03 Научно-исследовательская практика	Зачет	4	10
ПК-3			
Б1.Б.02 Математическое моделирование объектов и систем управления	Дифференцированный зачет	2	18
Б1.Б.02 Математическое моделирование объектов и систем управления	Курсовая работа	2	18
Б1.Б.03 Современные проблемы теории управления	Экзамен	2	18
ПК-4			
Б2.В.01 Научно-исследовательская работа	Дифференцированный зачет	1	18
Б2.В.02 Междисциплинарный семинар	Дифференцированный зачет	1	18

Б2.В.01 Научно-исследовательская работа	Дифференцированный зачет	2	18
Б2.В.02 Междисциплинарный семинар	Дифференцированный зачет	2	18
Б1.В.03. Проектирование интеллектуальных систем управления производством	Курсовая работа	3	18
Б1.В.03. Проектирование интеллектуальных систем управления производством	Дифференцированный зачет	3	18
Б2.В.01 Научно-исследовательская работа	Дифференцированный зачет	3	18
Б2.В.02 Междисциплинарный семинар	Дифференцированный зачет	3	18
Б2.В.01 Научно-исследовательская работа	Дифференцированный зачет	4	18
Б2.В.02 Междисциплинарный семинар	Дифференцированный зачет	4	18
ПК-5			
Б1.В.04. Информационные системы управления предприятием (ERP-системы)	Экзамен	3	18
Б1.ДВ.04.1. Инструментальные средства для разработки и реализации АСУП	Дифференцированный зачет	3	18
Б1.ДВ.04.2. Управление качеством продукции	Дифференцированный зачет	3	18
Б1.В.07. Администрирование в СУБД	Зачет	4	18
ПК-6			
Б2.В.01 Научно-исследовательская работа	Дифференцированный зачет	1	18
Б2.В.02 Междисциплинарный семинар	Дифференцированный зачет	1	18
Б2.В.01 Научно-исследовательская работа	Дифференцированный зачет	2	18
Б2.В.02 Междисциплинарный семинар	Дифференцированный зачет	2	18
Б2.В.01 Научно-исследовательская работа	Дифференцированный зачет	3	18
Б2.В.02 Междисциплинарный семинар	Дифференцированный зачет	3	18
Б2.В.01 Научно-исследовательская работа	Дифференцированный зачет	4	18
Б2.В.02 Междисциплинарный семинар	Дифференцированный зачет	4	18
ПК-7			

Б1.Б.04 Автоматизированное проектирование средств и систем управления	Экзамен	2	18
Б1.В.05. Сервис-ориентированные архитектуры	Экзамен	3	18
ПК-8			
Б2.В.04 Производственная практика	Дифференцированный зачет	2	22
Б1.В.04. Информационные системы управления предприятием (ERP-системы)	Экзамен	3	18
ПК-9			
Б1.ДВ.01.1 Управление в условиях неопределенности	Зачет	1	18
Б1.ДВ.01.2 Применение экспертных систем и искусственного интеллекта в системах управления реального времени	Зачет	1	18
Б1.Б.05 Компьютерные технологии управления в технических системах	Курсовая работа	1	18
Б1.Б.05 Компьютерные технологии управления в технических системах	Дифференцированный зачет	1	18
ПСК-1			
Б2.ДВ.03.1. Управление проектами	Дифференцированный зачет	2	18
Б2.ДВ.03.2. Управление ТОРО	Дифференцированный зачет	2	18
Б2.В.04 Производственная практика	Дифференцированный зачет	2	22
Б1.В.05. Сервис-ориентированные архитектуры	Экзамен	3	18
Б2.В.03 Научно-исследовательская практика	Зачет	4	10
ПСК-2			
Б1.ДВ.01.1 Управление в условиях неопределенности	Зачет	1	18
Б1.ДВ.01.2 Применение экспертных систем и искусственного интеллекта в системах управления реального времени	Зачет	1	18
Б2.В.04 Производственная практика	Дифференцированный зачет	2	22
Б1.В.03. Проектирование интеллектуальных систем управления производством	Дифференцированный зачет	3	18
Б1.В.03. Проектирование интеллектуальных систем управления производством	Курсовая работа	3	18

Б1.В.04. Информационные системы управления предприятием (ERP-системы)	Экзамен	3	18
Б1.ДВ.04.1. Инструментальные средства для разработки и реализации АСУП	Дифференцированный зачет	3	18
Б1.ДВ.04.2. Управление качеством продукции	Дифференцированный зачет	3	18
Б2.В.03 Научно-исследовательская практика	Зачет	4	10
Б1.В.07. Администрирование в СУБД	Зачет	4	18

4.2. Настройка кривых научения для различных групп дисциплин

В работе [55] представлена иерархия компетентностной модели бакалавра и магистра, в рамках которой выделены отдельно гуманитарные, социальные и экономические (ГСЭ) компетенции, математические и естественнонаучные (МЕН) компетенции и профессиональные (П) компетенции.

Исходя из предложенной иерархии, в статье предлагаются следующие виды кривых научения для каждой группы компетенций. Для ГСЭ все компоненты компетенции могут быть описаны экспоненциальными зависимостями, это объясняется тем, что при формировании данных компетенций процесс приобретения знаний, умений и владений происходит быстрее, чем в дальнейшем, вследствие возрастающего объема информации, необходимой для обработки и получения новой информации. Для компетенций, формируемых в рамках дисциплин МЕН цикла, два первых этапа можно описать экспоненциальной кривой, а последний логистической. Это связано с тем, что для формирования знаний и умений таких дисциплин используется итеративный метод обучения, приводящий к более высокой скорости наученности студентов в начальный период времени, при изучении дисциплин МЕН цикла у студентов всегда наблюдается первоначальная стадия адаптации полученных знаний и умений, связанная с выработкой новых способов выполнения действий и подготовкой к переходу на качественно новый способ овладения методами исследования, а это приводит к некоторой задержке в формировании владений, что, в свою очередь, может быть описано логистической кривой научения. Для компетенций, формируемых в рамках профессионального цикла, уже на этапе

формирования умений у студентов наблюдается период осознания полученных междисциплинарных знаний и выработки способов и методов их использования при решении даже стандартных задач профессиональной деятельности. Поэтому этап формирования знаний описывается экспоненциальной кривой научения, а этапы формирования умений и владений – логистическими кривыми научения.

Таблица 4.7 – Параметры кривых научения по группам дисциплин (Э – экспоненциальная кривая, Л – логистическая кривая)

Группа дисциплин	Вид КН			γ		
	з	у	в	з	у	в
ГСЭ	Э	Э	Э	0,1	1	10
МиЕН	Э	Э	Л	1	10	10
Профессиональные	Э	Л	Л	10	10	5
Практические разделы	Л	Л	Л	10	5	1

Для каждой группы дисциплин (ГСЭ, МЕН, Профессиональные, Практические разделы) экспертами были построены кривые научения и определены уровни оценивания знаний, умений и владений. Параметры кривых научения для групп дисциплин представлены в таблице 4.7, уровни оценивания компонентов компетенций в процентах освоенной трудоемкости были определены, к примеру, как: 55% и выше – оценка *удовлетворительно*; 75% и выше – оценка *хорошо*; 90% и выше – оценка *отлично*.

4.3. Оценка дисциплинарных компетенций

При оценивании компетенций используются разработанные оценочные средства для проведения промежуточных аттестаций студентов и государственной итоговой аттестации выпускников магистратуры, составляющие ФОС данной магистерской программы вуза.

Первоначально необходимо собрать все имеющиеся данные по результатам промежуточных аттестаций всех студентов, участвующих в

реализации образовательной программы. К этим данным относятся оценки, полученные при аттестации за освоение компонентов *знать, уметь, владеть* по 5-х балльной шкале. Эти данные заносятся в базу данных университета по каждой реализуемой образовательной программе путем сканирования ведомостей промежуточных аттестаций студентов.

Пример оценочного листа промежуточной аттестации в виде дифференцированного зачета по учебной дисциплине, используемого для контроля уровня сформированности дисциплинарных компетенций, приведен в таблице 4.8.

Таблица 4.8. Пример оценочного листа для контроля уровня сформированности дисциплинарных компетенций

Интегральный результат текущего и рубежного контроля (по результатам текущей успеваемости)	Оценка за дифференцированный зачет			Средняя оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций	Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций
	знания	умения	владения		
5	5	4	5	4.75	Отлично
4	3	3	3	3.25	Удовлетворительно
3	5	4	3	3.75	Хорошо
3	3	3	2	2.75	Неудовлетворительно
3	3	4	2	3.0	Неудовлетворительно

Критерии выведения итоговой оценки промежуточной аттестации соответствует критерию перевода негэнтропийной оценки в 5-балльную шкалу, приведенному в конце раздела 2.4.

На основании полученных данных по промежуточным аттестациям формируется отчет по всем студентам, участвующим в реализации образовательной программы. Соответствующий пример такого отчета приведен в таблице 4.9.

Таблица 4.9. Результаты промежуточных аттестаций студентов

Результаты контрольных мероприятий студентов							
Дисциплина	Семестр	Неделя	Вид	З	У	В	Итоговая оценка
Студент 1							

Б1.Б.01 Философские проблемы науки и техники	1	18	Экзамен	4	5	4	4
Б1.В.01 Деловой иностранный язык	1	18	Экзамен	4	5	3	4
Б1.В.02 Педагогика	1	18	Зачет	5	4	3	4
Б1.ДВ.01.1 Управление в условиях неопределенности	1	18	Зачет	5	4	4	4
Б1.ДВ.01.2 Применение экспертных систем и искусственного интеллекта в системах управления реального времени	1	18	Зачет	5	5	4	4
Б1.ДВ.02.1 Математические методы в планировании производства	1	18	Дифференцированный зачет	5	4	4	4
Б1.Б.05 Компьютерные технологии управления в технических системах	1	18	Дифференцированный зачет	4	5	4	4
Б1.Б.05 Компьютерные технологии управления в технических системах	1	18	Курсовая работа	5	4	3	4
Б2.В.01 Научно-исследовательская работа	1	18	Дифференцированный зачет	4	4	3	3
Б2.В.02 Междисциплинарный семинар	1	18	Дифференцированный зачет	4	4	4	4
Б1.Б.02 Математическое моделирование объектов и систем управления	2	18	Курсовая работа	5	5	4	4
Б1.Б.02 Математическое моделирование объектов и систем управления	2	18	Дифференцированный зачет	5	5	4	4
Б1.Б.03 Современные проблемы теории управления	2	18	Экзамен	5	5	4	4
Б1.Б.04 Автоматизированное проектирование средств и систем управления	2	18	Экзамен	5	4	4	4
Б2.ДВ.03.1. Управление проектами	2	18	Дифференцированный зачет	5	5	4	4
Б2.ДВ.03.2. Управление ТОРО	2	18	Дифференцированный зачет	5	4	5	4

Б2.В.01 Научно-исследовательская работа	2	18	Дифференцированный зачет	4	5	3	4
Б2.В.02 Междисциплинарный семинар	2	18	Дифференцированный зачет	4	4	4	4
Б2.В.04 Производственная практика	2	22	Дифференцированный зачет	5	5	4	4
Б1.В.03. Проектирование интеллектуальных систем управления производством	3	18	Дифференцированный зачет	4	3	4	3
Б1.В.03. Проектирование интеллектуальных систем управления производством	3	18	Курсовая работа	4	3	3	3
Б1.В.04. Информационные системы управления предприятием (ERP-системы)	3	18	Экзамен	5	5	4	4
Б1.В.05. Сервис-ориентированные архитектуры	3	18	Экзамен	4	5	4	4
Б1.ДВ.04.1. Инструментальные средства для разработки и реализации АСУП	3	18	Дифференцированный зачет	4	4	3	3
Б1.ДВ.04.2. Управление качеством продукции	3	18	Дифференцированный зачет	5	5	5	5
Б2.В.01 Научно-исследовательская работа	3	18	Дифференцированный зачет	5	4	3	4
Б2.В.02 Междисциплинарный семинар	3	18	Дифференцированный зачет	5	4	3	4
Б2.В.03 Научно-исследовательская практика	4	10	Зачет	5	5	4	4
Б1.В.06. Логистика на предприятии	4	18	Курсовая работа	5	5	5	5
Б1.В.06. Логистика на предприятии	4	18	Зачет	4	5	4	4
Б1.В.07. Администрирование в СУБД	4	18	Зачет	4	4	3	3
Б2.В.01 Научно-исследовательская работа	4	18	Дифференцированный зачет	4	4	4	4

Б2.В.02 Междисциплинарный семинар	4	18	Дифференц ированный зачет	4	4	3	3
Студент 2							
Б1.Б.01 Философские проблемы науки и техники	1	18	Экзамен	5	5	5	5
Б1.В.01 Деловой иностранный язык	1	18	Экзамен	4	5	4	4
Б1.В.02 Педагогика	1	18	Зачет	5	4	4	4
Б1.ДВ.01.1 Управление в условиях неопределенности	1	18	Зачет	5	4	4	4
Б1.ДВ.01.2 Применение экспертных систем и искусственного интеллекта в системах управления реального времени	1	18	Зачет	4	5	4	4
Б1.ДВ.02.1 Математические методы в планировании производства	1	18	Дифференц ированный зачет	5	5	5	5
Б1.Б.05 Компьютерные технологии управления в технических системах	1	18	Дифференц ированный зачет	5	5	5	5
Б1.Б.05 Компьютерные технологии управления в технических системах	1	18	Курсовая работа	5	5	4	4
Б2.В.01 Научно- исследовательская работа	1	18	Дифференц ированный зачет	5	5	5	5
Б2.В.02 Междисциплинарный семинар	1	18	Дифференц ированный зачет	5	5	5	5
Б1.Б.02 Математическое моделирование объектов и систем управления	2	18	Дифференц ированный зачет	5	5	4	4
Б1.Б.02 Математическое моделирование объектов и систем управления	2	18	Курсовая работа	5	5	4	4
Б1.Б.03 Современные проблемы теории управления	2	18	Экзамен	5	5	4	4
Б1.Б.04 Автоматизированное проектирование средств и систем управления	2	18	Экзамен	5	5	5	5

Б2.ДВ.03.1. Управление проектами	2	18	Дифференцированный зачет	5	5	4	4
Б2.ДВ.03.2. Управление ГОРО	2	18	Дифференцированный зачет	5	5	4	4
Б2.В.01 Научно-исследовательская работа	2	18	Дифференцированный зачет	5	5	5	5
Б2.В.02 Междисциплинарный семинар	2	18	Дифференцированный зачет	5	5	4	4
Б2.В.04 Производственная практика	2	22	Дифференцированный зачет	5	5	5	5
Б1.В.03. Проектирование интеллектуальных систем управления производством	3	18	Дифференцированный зачет	5	5	5	5
Б1.В.03. Проектирование интеллектуальных систем управления производством	3	18	Курсовая работа	5	5	5	5
Б1.В.04. Информационные системы управления предприятием (ERP-системы)	3	18	Экзамен	5	5	4	4
Б1.В.05. Сервис-ориентированные архитектуры	3	18	Экзамен	5	5	5	5
Б1.ДВ.04.1. Инструментальные средства для разработки и реализации АСУП	3	18	Дифференцированный зачет	5	5	5	5
Б1.ДВ.04.2. Управление качеством продукции	3	18	Дифференцированный зачет	5	5	4	4
Б2.В.01 Научно-исследовательская работа	3	18	Дифференцированный зачет	5	5	4	4
Б2.В.02 Междисциплинарный семинар	3	18	Дифференцированный зачет	5	5	5	5
Б2.В.03 Научно-исследовательская практика	4	10	Зачет	5	5	4	4
Б1.В.06. Логистика на предприятии	4	18	Курсовая работа	5	5	5	5

Б1.В.06. Логистика на предприятии	4	18	Зачет	4	5	4	4
Б1.В.07. Администрирование в СУБД	4	18	Зачет	4	5	4	4
Б2.В.01 Научно-исследовательская работа	4	18	Дифференцированный зачет	5	5	4	4
Б2.В.02 Междисциплинарный семинар	4	18	Дифференцированный зачет	5	5	4	4

С помощью «кривых научения» устанавливается взаимосвязь между оценками студентов и уровнем сформированности отдельных компонентов и частей заявленных компетенций. Особо следует отметить тот факт, что предлагаемая методика позволила привести все оценки к *одной* шкале, задаваемой в условных единицах (часах трудоемкости), что, в свою очередь, позволяет *просто суммировать* все частные результаты образования при комплексном оценивании уровня сформированности компетенции. При этом значительно упрощается методика оценивания уровня сформированности компетенций.

Используя параметры кривых научения, представленные в таблице 4.7, а также результаты контрольных мероприятий при прохождении промежуточных аттестаций были получены уровни сформированности дисциплинарной составляющей компетенций студентов магистратуры, обучающихся по направлению 27.04.04. Уровни сформированности дисциплинарной составляющей компетенций для двух студентов представлены в таблице 4.10.

Таблица 4.10 Уровень освоения сформированности заявленных компетенций при освоении студентами магистерской программы

Результат освоения компетенций						
Студент 1						
Компетенция	Общая трудоемкость (час)	Количество контрольных мероприятий	Средняя оценка по контрольным мероприятиям	Оценка освоения компетенции (час)	Оценка освоения компетенции в %	Итоговая оценка уровня сформированности компетенции (балл)
ОК-1	83	3	4,1	72	86% (з - 81%, у - 92%, в - 78%)	хорошо
ОК-2	95	3	4,3	84	89% (з - 89%, у - 92%, в - 77%)	хорошо
ОК-3	35	1	4	31	89% (з - 75%, у - 96%, в - 78%)	хорошо
ОК-4	277	6	4,2	220	79% (з - 87%, у - 86%, в - 69%)	хорошо
ОК-5	128	3	4,7	113	88% (з - 96%, у - 89%, в - 80%)	хорошо
ОК-6	58	2	4	50	87% (з - 85%, у - 90%, в - 78%)	хорошо

OK-7	25	1	4,3	21	85% (з - 75%, у - 96%, в - 78%)	хорошо
OK-8	25	1	4,3	21	85% (з - 75%, у - 96%, в - 78%)	хорошо
OK-9	68	2	4,7	60	88% (з - 96%, у - 86%, в - 86%)	хорошо
ПК-1	44	1	4,3	36	82% (з - 96%, у - 76%, в - 76%)	хорошо
ПК-10	129	4	4,3	109	84% (з - 93%, у - 84%, в - 75%)	хорошо
ПК-11	138	5	4,5	121	87% (з - 90%, у - 93%, в - 77%)	хорошо
ПК-12	311	9	4	237	76% (з - 83%, у - 81%, в - 67%)	хорошо
ПК-19	214	5	4,1	167	78% (з - 84%, у - 86%, в - 64%)	хорошо
ПК-2	227	5	4,1	176	77% (з - 85%, у - 84%, в - 67%)	хорошо

ПК-20	225	7	4,2	190	85% (з - 93%, у - 84%, в - 75%)	хорошо
ПК-21	79	3	4,2	64	81% (з - 91%, у - 80%, в - 71%)	хорошо
ПК-22	240	7	4,6	211	88% (з - 94%, у - 88%, в - 80%)	хорошо
ПК-23	96	3	3,9	80	83% (з - 89%, у - 87%, в - 74%)	хорошо
ПК-3	94	3	4,7	87	92% (з - 96%, у - 96%, в - 77%)	отлично
ПК-4	297	10	3,8	220	74% (з - 81%, у - 79%, в - 65%)	удовлетворительно
ПК-5	255	4	4,2	218	86% (з - 87%, у - 87%, в - 81%)	хорошо
ПК-6	261	8	3,9	193	74% (з - 81%, у - 79%, в - 65%)	удовлетворительно
ПК-7	133	2	4,3	114	85% (з - 84%, у - 89%, в - 76%)	хорошо

ПК-8	110	2	4,7	100	91% (з - 96%, у - 96%, в - 77%)	отлично
ПК-9	105	4	4,3	89	85% (з - 93%, у - 86%, в - 74%)	хорошо
ПСК-1	267	5	4,6	235	88% (з - 90%, у - 93%, в - 78%)	хорошо
ПСК-2	471	10	4,2	403	86% (з - 90%, у - 87%, в - 78%)	хорошо

Студент 2

Компетенция	Общая трудоемкость (час)	Количество контрольных мероприятий	Средняя оценка по контрольным мероприятиям	Оценка освоения компетенции (час)	Оценка освоения компетенции в %	Итоговая оценка уровня сформированности компетенции (балл)
ОК-1	83	3	4,6	74	89% (з - 89%, у - 92%, в - 82%)	хорошо
ОК-2	95	3	4,7	87	91% (з - 96%, у - 92%, в - 81%)	отлично
ОК-3	35	1	4,3	31	89% (з - 75%, у - 96%, в - 78%)	хорошо

OK-4	277	6	4,8	253	91% (з - 96%, у - 95%, в - 85%)	отлично
OK-5	128	3	4,7	115	90% (з - 96%, у - 96%, в - 76%)	отлично
OK-6	58	2	4,3	50	87% (з - 85%, у - 90%, в - 78%)	хорошо
OK-7	25	1	5	24	96% (з - 96%, у - 96%, в - 96%)	отлично
OK-8	25	1	5	24	96% (з - 96%, у - 96%, в - 96%)	отлично
OK-9	68	2	4,7	62	92% (з - 96%, у - 96%, в - 76%)	отлично
ПК-1	44	1	5	42	96% (з - 96%, у - 96%, в - 95%)	отлично
ПК-10	129	4	4,9	123	95% (з - 96%, у - 96%, в - 93%)	отлично
ПК-11	138	5	4,8	128	93% (з - 92%, у - 96%, в - 90%)	отлично

ПК-12	311	9	4,9	286	92% (з - 96%, у - 95%, в - 87%)	ОТЛИЧНО
ПК-19	214	5	4,8	196	92% (з - 96%, у - 95%, в - 84%)	ОТЛИЧНО
ПК-2	227	5	4,8	205	90% (з - 96%, у - 95%, в - 82%)	ОТЛИЧНО
ПК-20	225	7	4,7	206	91% (з - 93%, у - 93%, в - 86%)	ОТЛИЧНО
ПК-21	79	3	4,9	75	95% (з - 96%, у - 96%, в - 90%)	ОТЛИЧНО
ПК-22	240	7	4,7	222	93% (з - 94%, у - 96%, в - 84%)	ОТЛИЧНО
ПК-23	96	3	4,9	87	91% (з - 96%, у - 96%, в - 81%)	ОТЛИЧНО
ПК-3	94	3	4,7	87	92% (з - 96%, у - 96%, в - 77%)	ОТЛИЧНО
ПК-4	297	10	4,9	272	92% (з - 96%, у - 95%, в - 86%)	ОТЛИЧНО

ПК-5	255	4	4,7	235	92% (з - 92%, у - 96%, в - 81%)	отлично
ПК-6	261	8	4,8	238	91% (з - 96%, у - 95%, в - 85%)	отлично
ПК-7	133	2	5	127	96% (з - 96%, у - 96%, в - 95%)	отлично
ПК-8	110	2	4,8	103	94% (з - 96%, у - 96%, в - 89%)	отлично
ПК-9	105	4	4,6	92	87% (з - 90%, у - 90%, в - 79%)	хорошо
ПСК-1	267	5	4,8	248	93% (з - 96%, у - 96%, в - 86%)	отлично
ПСК-2	471	10	4,7	429	91% (з - 93%, у - 94%, в - 83%)	отлично

После получения общей оценки уровня сформированности каждой компетенции в часах трудоемкости (таблица 4.8) можно перейти к оцениванию успешности приобретения данной компетенции студентом с использованием следующих критериев, приведенных в разработанной методике оценивания:

1. Например, если оценка уровня сформированности компетенции не менее 90% от общей трудоемкости дисциплины, то оценка успешности – *отлично*.
2. Например, если оценка уровня сформированности компетенции находится в пределах от 75% до 90% от общей трудоемкости дисциплины, то оценка успешности – *хорошо*.
3. Например, если оценка уровня сформированности компетенции находится в пределах от 60% до 75% от общей трудоемкости дисциплины, то оценка успешности – *удовлетворительно*.
4. Например, если оценка уровня сформированности компетенции ниже 60% от общей трудоемкости дисциплины, то оценка успешности – *неудовлетворительно*.

4.4. Контроль уровня сформированности компетенций при государственной итоговой аттестации

Государственная итоговая аттестация (ГИА) состоит из государственного экзамена (ГЭ) и защиты выпускной квалификационной работы (ВКР). Все компетенции, определенные базовой КМВ, должны контролироваться в ходе ГИА. Часть компетенций контролируется в процессе написания и защиты ВКР. Остальные компетенции контролируются в рамках ГЭ. Первоначально рассмотрим формирование оценки уровня сформированности компетенций, контролируемых при ГЭ.

ГЭ как вид ГИА позволяет производить контроль и оценивание компонентов «знать», «уметь» и «владеть» контролируемых компетенций.

Заданные требования к результатам освоения ОП, контролируемые при проведении ГЭ, представляются в виде перечня агрегированных компетенций, контролируемых в рамках ГЭ и полученных на основе базовой КМВ и

рекомендаций, установленных в ФГОС ВО, в части распределения компетенций по элементам структуры ОП.

Приведем перечень компетенций (таблица 4.11), которые контролируются в рамках ГЭ и выбираются из базовой КМВ (таблица 4.1).

Таблица 4.11. Перечень компетенций, контролируемых в рамках ГЭ

2 Профессиональные компетенции		
2.1 Общепрофессиональные компетенции		
1	Способность использовать результаты освоения фундаментальных и прикладных дисциплин ОПОП магистратуры	ПК-1
2	Способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	ПК-3
2.2 Профессиональные компетенции по видам деятельности		
проектно-конструкторская деятельность		
3	Способность применять современный инструментарий проектирования программно-аппаратных средств для решения задач автоматизации и управления	ПК-7
4	Способность выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления в технических системах	ПК-9
5	Способность ставить задачи проектирования программно-аппаратных средств автоматизации и управления, готовить технические задания на выполнение проектных работ	ПК-10
научно-исследовательская деятельность		
6	Способность формулировать цели, задачи научных исследований, выбирать методы и средства решения задач	ПК-19
7	Способность применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки	ПК-20
2.3 Профильно-специализированные компетенции по видам деятельности		
проектно-конструкторская деятельность		
8	Способность проектировать компоненты автоматизированных систем управления производством	ПСК-1

Агрегированные компетенции, а также компонентная структура агрегированной компетентностной модели выпускника (АКМВ), используемой при ГЭ, могут быть представлены в виде таблиц 4.12, 4.13. и 4.14.

Таблица 4.12. Наименование агрегированных компетенций, контролируемых на ГЭ

Код	Формулировка агрегированной компетенции
АПК1 (ПК-1, 19, 20)	Способность применять современные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к производственным системам.
АПК2 (ПК-3, 7, 9, 10, ПСК-1)	Способность ставить и решать задачи проектирования компонентов автоматизированных систем управления производством

Таблица 4.13. Компонентный состав агрегированной компетенции АПК1*

Коды Компонентов	Перечень компонентов компетенции	Средства контроля	Средства оценки

АПК1-1з	Знать состояние и перспективы развития теории средств и систем управления производственными системами	Экзаменационное задание	Ответ Индикатор
АПК1-2з	Знать методы обработки и анализа информации	Экзаменационное задание	Ответ Индикатор
АПК1-3з	Знать методы и алгоритмы разработки математических моделей объектов и процессов производственных систем	Экзаменационное задание	Ответ Индикатор
АПК1-1у	Уметь использовать методы анализа информации при решении задач планирования и проектирования	Экзаменационное задание	Решение задачи Индикатор
АПК1-2у	Уметь применять методы идентификации и верификации математических моделей объектов и процессов систем управления производством.	Экзаменационное задание	Решение задачи Индикатор
АПК1-3у	Уметь применять методы и средства математического моделирования объектов, средств и систем управления, анализировать результаты исследований.	Экзаменационное задание	Решение задачи Индикатор
АПК1-1в	Владеть методами разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к производственным системам	Экзаменационное задание	Решение задачи Индикатор

* АПК1 – агрегированная профессиональная компетенция;

** жирным шрифтом выделены объекты компонентов контролируемых компетенций.

Таблица 4.14. Компонентный состав агрегированной компетенции АПК2

Коды Компонентов	Перечень компонентов компетенции	Технология, средства контроля	Средства оценки
АПК2-1з	Знать основные проблемы при проектировании систем управления производством	Экзаменационное задание	Ответ Индикатор
АПК2-2з	Знать методы и алгоритмы решения задач управления в производственных системах	Экзаменационное задание	Ответ Индикатор
АПК2-3з	Знать современные информационные технологии проектирования АСУП	Экзаменационное задание	Ответ Индикатор
АПК2-1у	Уметь выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления в производственных системах	Экзаменационное задание	Решение задачи Индикатор
АПК2-2у	Уметь ставить задачи проектирования программно-аппаратных средств автоматизации и управления производством	Экзаменационное задание	Решение задачи Индикатор
АПК2-3у	Уметь использовать современный инструментарий проектирования аппаратно-программных средств и систем управления и оформления научно-технической документации	Экзаменационное задание	Решение задачи Индикатор
АПК2-1в	Владеть технологией решения задач проектирования компонентов автоматизированных систем управления производством	Экзаменационное задание	Решение задачи Индикатор

Объектами, в отношении которых устанавливается степень их соответствия, являются:

– **заданный набор требований** в формате структуры компонентов компетенций к результатам освоения образовательных программ, заданных в разделе V ФГОС ВО и КМВ, выполнение которых контролируется государственным экзаменом;

– **фактически достигнутый уровень** освоения заданных компонентов контролируемых компетенций, демонстрируется экзаменуемым в ответах на вопросы и решения задач на государственном экзамене через описания **индикаторов** объектов компонентов компетенций.

Отметим, что экзаменационные задания, индикаторы и шкалы оценивания результатов образования в виде компонентов агрегированных компетенций *знать, уметь, владеть* должны быть специально разработаны методической комиссией выпускающей кафедры и представлены в виде ФОС ГЭ.

В рамках разработанного ФОС предложена процедура оценивания результатов образования каждым членом ГЭК, представлены критерии и шкалы оценивания, а также приведена форма аттестационного листа.

Для контроля уровня сформированности заявленных агрегированных компетенций выпускников магистерской программы была создана экспертная комиссия в составе 5 членов ГЭК.

Каждый эксперт заполнил оценочный лист по результатам ответов студентов на вопросы и задания экзаменационных кейсов.

Пример заполненных оценочных листов одним из экспертов приведены в таблицах 4.15, 4.16.

Студенту 1 попал кейс №4, студенту 2 – кейс № 3.

Таблица 4.15. Оценочный лист государственного экзамена выпускника студента 1

№ п/п	Код	Формулировки	содержание	средство	Оценка соответствия				Оценка компонента
					Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно	
	компонента АПК	компонентов АПК (объект контроля)	индикаторов (предмет оценки)	контроля (№ вопроса кейса)	«Соответствует полностью»	«Соответствует»	«Соответствует частично»	«Не соответствует»	
1	АПК 1-1з	Знать состояние и перспективы развития теории средств и систем управления производственными системами	Основы теории	1	V				5
2	АПК 1-2з	Знать методы обработки и анализа информации	Методы обработки и анализа информации	1		V			4
3	АПК 1-3з	Знать методы и алгоритмы разработки математических	Методы и	2	V				5

		моделей объектов и процессов производственных систем	алгоритмы разработки математических моделей						
4	АПК 1-1у	Уметь использовать методы анализа информации при решении задач планирования и проектирования	Применение методов анализа информации	4	V				5
5	АПК 1-2у	Уметь применять методы идентификации и верификации математических моделей объектов и процессов систем управления производством	Применение методов идентификации и верификации	3		V			4
6	АПК 1-3у	Уметь применять методы и средства математического моделирования объектов, средств и систем управления, анализировать результаты исследований	Применение методов и средств математического моделирования	3	V				5
7	АПК 1-1в	Владеть методами разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к производственным системам	Способность разработки математических моделей	3	V				5
8	АПК 2-1з	Знать основные проблемы при проектировании систем управления производством	Основы теории проектирования и управления проектами	1		V			4
9	АПК 2-2з	Знать методы и алгоритмы решения задач управления в производственных системах	Методы и алгоритмы решения задач управления	4	V				5
10	АПК 2-3з	Знать современные информационные технологии проектирования АСУП	Информационные технологии проектирования АСУП	2	V				5
11	АПК 2-1у	Уметь выбирать методы и разрабатывать алгоритмы	Выбор методов и	2		V			4

		решения задач управления в производственных системах	алгоритмов решения задач управления						
12	АПК 2-2у	Уметь ставить задачи проектирования программно-аппаратных средств автоматизации и управления производством	Постановка задач проектирования	1	V				5
13	АПК 2-3у	Уметь использовать современный инструментарий проектирования аппаратно-программных средств и систем управления и оформления научно-технической документации	Использование современного инструментария проектирования	5		V			4
14	АПК 2-1в	Владеть технологией решения задач проектирования компонентов автоматизированных систем управления производством	Владение технологией решения задач проектирования	5		V			4
Средняя оценка компонента «знание»									4,66
Средняя оценка компонента «умение»									4,33
Средняя оценка компонента «владение»									4,5
Итоговая оценка									4

Таблица 4.16. Оценочный лист государственного экзамена студента 2

№ п/п	Код	Формулировки	содержание	средство	Оценка соответствия				Оценка компонента
					Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно	
1	АПК 1-1з	Знать состояние и перспективы развития теории средств и систем управления производственными системами	Основы теории	1	V				5
2	АПК 1-2з	Знать методы обработки и анализа информации	Методы обработки и анализа информации	1		V			4
3	АПК 1-3з	Знать методы и алгоритмы разработки математических моделей объектов и процессов производственных систем	Методы и алгоритмы разработки математ	2	V				5

			ических моделей						
4	АПК 1-1у	Уметь использовать методы анализа информации при решении задач планирования и проектирования	Применение методов анализа информации	4	V				5
5	АПК 1-2у	Уметь применять методы идентификации и верификации математических моделей объектов и процессов систем управления производством	Применение методов идентификации и верификации	3		V			5
6	АПК 1-3у	Уметь применять методы и средства математического моделирования объектов, средств и систем управления, анализировать результаты исследований	Применение методов и средств математического моделирования	3	V				5
7	АПК 1-1в	Владеть методами разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к производственным системам	Способность разработки математических моделей	3	V				5
8	АПК 2-1з	Знать основные проблемы при проектировании систем управления производством	Основы теории проектирования и управления проектами	1		V			5
9	АПК 2-2з	Знать методы и алгоритмы решения задач управления в производственных системах	Методы и алгоритмы решения задач управления	4	V				5
10	АПК 2-3з	Знать современные информационные технологии проектирования АСУП	Информационные технологии проектирования АСУП	2	V				5
11	АПК 2-1у	Уметь выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления в производственных системах	Выбор методов и алгоритмов решения задач	2		V			5

			управле ния						
12	АПК 2-2у	Уметь ставить задачи проектирования программно-аппаратных средств автоматизации и управления производством	Постано вка задач проекти рования	1	V				5
13	АПК 2-3у	Уметь использовать современный инструментарий проектирования аппаратно-программных средств и систем управления и оформления научно-технической документации	Используй вание совреме нного инструм ентария проекти рования	5		V			4
14	АПК 2-1в	Владеть технологией решения задач проектирования компонентов автоматизированных систем управления производством	Владени е техноло гией решения задач проекти рования	5		V			5
Средняя оценка компонента «знание»									4,83
Средняя оценка компонента «умение»									4,83
Средняя оценка компонента «владение»									5
Итоговая оценка									5

В указанной шкале каждый из членов ГЭК производит оценивание уровня освоения каждого из компонентов контролируемых компетенций. В результате формируется множество частных оценок, фиксируемых в персональных оценочных листах экспертов.

Частные итоговые оценки результатов ГЭ, поставленные членами ГЭК выпускникам магистерской программы, приведены в таблицах 4.17 и 4.18. При этом критерии формирования итоговой частной оценки приведены в таблице 4.19.

Таблица 4.17. Частные оценки членами ГЭК результатов ГЭ студента 1

ФИО члена ГЭК	Частная оценка за компоненты компетенции			Частная интегральная оценка
	З	У	В	
Эксперт 1	4.66	4.66	4.33	4
Эксперт 2	4.83	4.5	4.5	5
Эксперт 3	4.66	4.33	4.5	4
Эксперт 4	4.33	4.33	4.0	4
Эксперт 5	4.66	4.66	4.5	5

Табл. 4.18. Частные оценки членами ГЭК результатов ГЭ студента 2

ФИО члена ГЭК	Частная оценка за компоненты компетенции			Частная интегральная оценка
	З	У	В	
Эксперт 1	4.66	4.5	5	5
Эксперт 2	4.83	4.5	4.83	5
Эксперт 3	4.83	4.83	5	5
Эксперт 4	4.66	4.5	5	5
Эксперт 5	4.66	4.33	4.5	4

Таблица 4.19. Критерии формирования частных итоговых оценок результатов ГЭ

Итоговая оценка	Оценки ответов
Отлично	средняя оценка компонентов «знание» не ниже 4.5 средняя оценка компонентов «умение» не ниже 4.5 средняя оценка компонентов «владение» не ниже 4.5
Хорошо	средняя оценка компонентов «знание» не ниже 3.5 средняя оценка компонентов «умение» не ниже 4 средняя оценка компонентов «владение» не ниже 4
удовлетворительно	средняя оценка компонентов «знание» не ниже 2.5 средняя оценка компонентов «умение» не ниже 3 средняя оценка компонентов «владение» не ниже 3
неудовлетворительно	если средняя оценка любого компонента («знание», «умение» или «владение») ниже 2.5

Итоговая оценка результата ГЭ формируется на заседании ГЭК с использованием всех поставленных членами ГЭК частных итоговых оценок, исходя из критериев, установленных в таблице 4.20.

Таблица 4.20. Критерии формирования итоговой оценки результатов ГЭ

Итоговая оценка	Оценки ответов
Отлично	наличие не более двух оценок «хорошо» при остальных оценках «отлично»
Хорошо	отсутствие оценок «неудовлетворительно» и не более одной оценки «удовлетворительно»
удовлетворительно	наличие трех и более оценок «удовлетворительно»
неудовлетворительно	наличие хотя бы одной оценки «неудовлетворительно»

Приведенные отношения рациональны при наличии на заседаниях ГЭК от 4 до 6 членов. В том случае, когда количество экспертов больше 6 рекомендуется применять обычные правила осреднения.

После обработки всех частных итоговых оценок итоги результатов проведения ГЭ представлены в таблице 4.21.

Таблица 4.21. Итоговые оценки результатов ГЭ

№	ФИО студента	Итоговая оценка
1	Студент 1	хорошо
2	Студент 2	отлично

Следует отметить, что согласно предложенной методике оценка уровня сформированности агрегированной компетенции, проверяемой на ГЭ, совпадает с оценкой уровня сформированности каждой из компетенций, входящих в агрегированную.

Таким образом, оценка уровня сформированности проверенных на ГЭ компетенций выпускников приведена в таблице 4.22.

Таблица 4.22. Уровень сформированности компетенций, проверенных на ГЭ

№	ФИО студента	Проверяемые компетенции	оценка
1	Студент 1	ПК-1, 3, 6, 7, 9, 10, 19, 20; ПСК-1	хорошо
2	Студент 2		отлично

ВКР как вид ГИА позволяет производить контроль и оценивание компонентов «знать», «уметь» и «владеть» контролируемых компетенций. Часть заявленных в магистерской программе компетенций была проконтролирована в рамках проведения ГЭ. Остальные компетенции контролируются при защите ВКР.

Приведем перечень компетенций (таблица 4.23), которые контролируются в рамках ВКР для выпускников данной магистерской программы и выбираются из базовой КМВ (таблица 4.1).

Таблица 4.23. Перечень компетенций, контролируемых в рамках ВКР

№	Формируемая компетенция	Код
1. Общекультурные компетенции		
1	Способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень	ОК-1

2	Способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности	ОК-2
3	Способность свободно пользоваться русским и иностранным языками как средством делового общения	ОК-3
4	Способность использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ в управлении коллективом	ОК-4
5	Способность проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности	ОК-5
6	Готовность к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности	ОК-6
7	Способность адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности	ОК-7
8	Способность позитивно воздействовать на окружающих с точки зрения соблюдения норм и рекомендаций здорового образа жизни	ОК-8
9	Готовность использовать знания правовых и этических норм при оценке последствий своей профессиональной деятельности, при разработке и осуществлении социально значимых проектов	ОК-9
2. Профессиональные компетенции		
10	Способность демонстрировать навыки работы в научном коллективе, порождать новые идеи (креативность)	ПК-2
11	Способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности	ПК-4
12	Способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями магистерской программы)	ПК-5
13	Готовность оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы	ПК-6
14	Способность проводить патентные исследования и определять показатели технического уровня проектируемых систем автоматизации и управления	ПК-8
15	Способность использовать современные технологии обработки информации, современные технические средства управления, вычислительную технику, технологии компьютерных сетей и телекоммуникаций при проектировании систем автоматизации и управления	ПК-11
16	Готовность к аргументированной защите, научно-технических проектов в коллективах разработчиков	ПК-12
17	Способность применять современные методы разработки технического, информационного и алгоритмического обеспечения систем автоматизации и управления	ПК-21
18	Способность к организации и проведению экспериментальных исследований и компьютерного моделирования с применением современных средств и методов	ПК-22
19	Способность анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения	ПК-23
Профильно-специализированные компетенции		
20	Способность применять современные информационные технологии при разработке и эксплуатации систем управления производством	ПСК-2

Согласно разработанной формы ФОС ВКР, заданные требования к результатам освоения ОПОП, контролируемые при защите ВКР, представляются в виде перечня агрегированных компетенций, полученных на основе базовой КМВ и рекомендаций, установленных в ФГОС ВО, в части распределения компетенций по элементам структуры ОПОП. Предлагается все вышеперечисленные компетенции агрегировать в 4 компетенции, 2 из которых (АОК-1 и АОК-2) агрегируют все общекультурные компетенции, а еще 2 (АПК-1 и АПК-2) агрегируют оставшиеся профессиональные компетенции.

Агрегированные компетенции, а также компонентная структура агрегированной компетентностной модели выпускника, используемой при защите ВКР, представлена в виде таблиц 4.24, 4.25, 4.26, 4.27, 4.28.

Таблица 4.24. Наименование агрегированных компетенций, контролируемых при защите ВКР

Код	Формулировка агрегированной компетенции
АОК-1 (ОК-1, 2, 3, 7)	Способность самостоятельно развивать свой интеллектуальный, общекультурный и профессиональный уровень
АОК-2 (4, 5, 6, 8, 9)	Способность совершенствовать профессионально-социальную деятельность коллектива при исследованиях и разработке проектов
АПК-1 (ПК-2, 4, 5, 6, 8)	Способность совершенствовать и применять методы анализа, исследований и моделирования, оценивания и представления результатов при исследовании средств и систем
АПК-2 (ПК-11, 12, 21, 22, 23, ПСК-2)	Способность применять современные информационные технологии и методы организации проектной деятельности при разработке и эксплуатации систем управления производством

Таблица 4.25. Компонентный состав агрегированной компетенции АОК-1

Коды компонентов	Перечень компонентов компетенции	Технология, средства Контроля	Средства оценки
АОК-1-01з	Знать тенденции развития перспективных направлений науки и техники.	Задание на ВКР	Индикаторы объектов контроля: Раздел ВКР. Ответы на защите ВКР
АОК-1-01у	Уметь применять современные методы и средства поиска научно-технической информации, использовать иностранный язык как средство делового и профессионального общения.	Задание на ВКР	Индикаторы объектов контроля: Раздел ВКР. Список литературы. Ответы на защите ВКР. Отзыв руководителя ВКР.
АОК-1-01в	Владеть навыками актуализации знаний, их совершенствования и применения в профессиональной и общекультурной сфере.	ВКР в целом	Индикаторы: Содержание ВКР в целом. Отзыв руководителя ВКР. Рецензия. Портфолио.

Таблица 4.26. Компонентный состав агрегированной компетенции АОК-2

Коды компонентов	Перечень компонентов компетенции	Технология, средство контроля	Средства оценки
АОК-2-01з	Знать организацию, правовые и этические нормы трудовой деятельности коллектива.	Задание на ВКР	Индикаторы объектов контроля: Раздел ВКР. Ответы на защите. Отзыв руководителя ВКР.
АОК-2-01у	Уметь проявлять инициативу, отстаивать свое мнение, вести дискуссию в коллективе, использовать методы и средства коммуникаций.	Задание на ВКР	Индикаторы: Ответы на защите. Отзыв руководителя ВКР. Портфолио.
АОК-2-01в	Владеть навыками практического выполнения проекта в составе коллектива.	Задание на ВКР	Отзыв руководителя ВКР. Рецензия. Портфолио. Ответы на защите.

Таблица 4.27. Компонентный состав агрегированной компетенции АПК-1

Коды компонентов	Перечень компонентов компетенции	Технология, средства контроля	Средства оценки
АПК-1-01з	Знать методы анализа состояния проблемы исследований, методы разработки, сертификации и преобразования моделей объектов, средств и систем управления.	Задание на ВКР	Индикаторы объектов контроля: Разделы ВКР. Ответы на защите.
АПК-1-01у	Уметь применять методы и средства компьютерного моделирования объектов, средств и систем управления, оценивать результаты исследований на моделях.	Задание на ВКР	Индикаторы объектов контроля; Разделы ВКР. Ответы на защите.
АПК-1-01в	Владеть навыками проведения модельного эксперимента, разработки и оформления результатов научно-исследовательских работ.	ВКР в целом	Индикаторы: Разделы ВКР. Отзыв руководителя ВКР. Рецензия. Портфолио. Качество оформления ВКР.

Таблица 4.28. Компонентный состав агрегированной компетенции АПК-2

Коды компонентов	Перечень компонентов компетенции	Технология, средства контроля	Средства оценки
АПК-2-01з	Знать состояние проектной проблемы, методы выбора и обоснования пути решения, методы расчета показателей систем, современные информационные технологии и инструментальные средства проектирования.	Задание на ВКР	Индикаторы объектов контроля: Разделы ВКР. Ответы на защите
АПК-2-01у	Уметь использовать методы синтеза и анализа для оценивания структурных решений при проектировании средств и систем	Задание на ВКР	Индикаторы объектов контроля; Разделы ВКР.

	управления производством, методы проектирования технического, программного и алгоритмического обеспечения.		Ответы на защите
АПК-2-01в	Владеть навыками критериального оценивания качества проектируемых средств и систем управления, разработки и оформления проектной документации, аргументированной защиты научно-технических проектов	Задание на ВКР	Индикаторы: Разделы ВКР. Отзыв руководителя ВКР; Рецензия; Портфолио; Качество оформления ВКР.

Объектами, в отношении которых устанавливается степень их соответствия, являются:

– **заданный набор требований** в формате структуры компонентов компетенций к результатам освоения образовательных программ, заданных в разделе V ФГОС ВО и КМВ, выполнение которых контролируется при защите ВКР;

– **фактически достигнутый уровень** освоения заданных компонентов контролируемых компетенций, демонстрируется выпускником при защите ВКР через описания **индикаторов** объектов компонентов компетенций.

Отметим, что возможные темы ВКР, требования к структуре и содержанию ВКР, индикаторы и шкалы оценивания результатов образования в виде компонентов агрегированных компетенций *знать, уметь, владеть* должны быть специально разработаны методической комиссией выпускающей кафедры и представлены в виде ФОС ВКР.

Для контроля уровня сформированности заявленных агрегированных компетенций выпускников магистерской программы была создана экспертная комиссия в составе 5 членов ГАК.

Каждый эксперт заполнил оценочный лист по результатам защиты ВКР студентами.

Частные итоговые оценки результатов защиты ВКР, поставленные членами ГАК выпускникам магистерской программы, приведены в таблицах 4.29 и 4.30. При этом критерии формирования итоговой частной оценки приведены в таблице 4.31.

Таблица 4.29. Частные оценки членами ГАК результатов защиты ВКР студента 1

ФИО члена ГАК	Частная оценка за компоненты компетенции			Частная интегральная оценка
	З	У	В	
Эксперт 1	4.5	4.75	4.5	5
Эксперт 2	4.5	4.75	4.5	5
Эксперт 3	4.75	4.5	4.25	4
Эксперт 4	4.5	4.75	4.5	5
Эксперт 5	4	4	3.75	4

Таблица 4.30. Частные оценки членами ГАК результатов защиты ВКР студента 2

ФИО члена ГАК	Частная оценка за компоненты компетенции			Частная интегральная оценка
	З	У	В	
Эксперт 1	5	5	4	5
Эксперт 2	5	4	5	5
Эксперт 3	4.75	5	4.5	5
Эксперт 4	4.5	5	4.5	5
Эксперт 5	4.5	4.5	4.25	4

Таблица 4.31. Критерии формирования частных итоговых оценок результатов защиты ВКР

Итоговая оценка	Оценки ответов
отлично	средняя оценка компонентов «знание» не ниже 4.5 средняя оценка компонентов «умение» не ниже 4.5 средняя оценка компонентов «владение» не ниже 4.5
хорошо	средняя оценка компонентов «знание» не ниже 3.5 средняя оценка компонентов «умение» не ниже 4 средняя оценка компонентов «владение» не ниже 4
удовлетворительно	средняя оценка компонентов «знание» не ниже 2.5 средняя оценка компонентов «умение» не ниже 3 средняя оценка компонентов «владение» не ниже 3
неудовлетворительно	если средняя оценка любого компонента («знание», «умение» или «владение») ниже 2.5

Итоговая оценка результата защиты ВКР формируется на заседании ГАК с использованием всех поставленных членами ГАК частных итоговых оценок, исходя из критериев, установленных в таблице 4.32.

Таблица 4.32. Критерии формирования итоговой оценки результатов защиты ВКР

Итоговая оценка	Оценки ответов
отлично	наличие не более двух оценок «хорошо» при остальных оценках «отлично»
хорошо	отсутствие оценок «неудовлетворительно» и не более одной оценки «удовлетворительно»
удовлетворительно	наличие трех и более оценок «удовлетворительно»
неудовлетворительно	наличие хотя бы одной оценки «неудовлетворительно»

Приведенные отношения рациональны при наличии на заседаниях ГАК от 4 до 6 членов. В том случае, когда количество экспертов больше 6 рекомендуется применять обычные правила осреднения.

После обработки всех частных итоговых оценок итоги результатов защит ВКР представлены в таблице 4.33.

Таблица 4.33. Итоговые оценки результатов защиты ВКР

№	ФИО студента	Итоговая оценка
1	Студент 1	отлично
2	Студент 2	отлично

Следует отметить, что согласно предложенной методике оценка уровня сформированности агрегированной компетенции, проверяемой при защите ВКР, совпадает с оценкой уровня сформированности каждой из компетенций, входящих в агрегированную.

Таким образом, оценка уровня сформированности проверенных при защите ВКР компетенций выпускников приведена в таблице 4.34.

Таблица 4.34. Уровень сформированности компетенций, проверенных при защите ВКР

№	ФИО студента	Проверяемые компетенции	Оценка
1	Студент 1.	ОК-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9; ПК-2, 4, 5, 8, 11, 12, 21, 22, 23; ПСК-2	отлично
2	Студент 2		отлично

4.5. Комплексное оценивание результатов образования по компетенциям

Согласно разработанной методике оценивания уровень сформированности каждой компетенции оценивается по следующей формуле:

$$OK = C_1 \cdot \frac{1}{k} \cdot \sum_{i=1}^k (O_{з\text{ыв}})_i + C_2 \cdot O_{ГЭ} + C_3 \cdot O_{ВКР}, \quad (4.1)$$

где C_1, C_2 и C_3 – коэффициенты значимости трех частей оценки уровня сформированности измеряемой компетенции ($C_1 + C_2 + C_3 = 1$; $C_i \geq 0$, $i=1,2,3$); k – количество учебных дисциплин и практических разделов ОПОП, формирующих данную компетенцию; $(O_{з\text{ыв}})_i$ – балльная оценка при диагностике ЗУВов i -ой дисциплины, практического раздела (определяется по 5-балльной шкале); $O_{ГЭ}$ – балльная оценка при диагностике уровня сформированности компетенции при государственном экзамене; $O_{ВКР}$ – балльная оценка при диагностике уровня сформированности компетенции при защите ВКР.

Если ввести средневзвешенную оценку каждой компетенции, полученную при освоении ОПОП $O_{з\text{ыв}} = \frac{1}{k} \cdot \sum_{i=1}^k (O_{з\text{ыв}})_i$ то формулу (4.1) можно записать в следующем виде:

$$OK = C_1 \cdot O_{з\text{ыв}} + C_2 \cdot O_{ГЭ} + C_3 \cdot O_{ВКР}. \quad (4.2)$$

Здесь, значение $O_{з\text{ыв}}$ для каждой компетенции берется из таблицы 4.10, а значения $O_{ГЭ}$ для соответствующих компетенций берутся из таблицы 4.20, значения $O_{ВКР}$ для соответствующих компетенций – таблица 4.32.

Согласно методическим рекомендациям полагаем:

для компетенций ПК-1, 3, 6, 7, 9, 10, 19, 20; ПСК-1 – $C_1=0.6$, $C_2=0.4$, $C_3=0$;

для компетенций ОК-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9; ПК-2, 4, 5, 8, 11, 12, 21, 22, 23; ПСК-2 – $C_1=0.6$, $C_2=0$, $C_3=0.4$. Все результаты сведем в таблицу 4.35.

Таблица 4.35 Уровень освоения сформированности заявленных компетенций
при освоении студентами магистерской программы

Результат освоения компетенций						
Студент 1						
Компетенция	Средняя оценка по контрольным мероприятиям	$O_{зуб}$	$O_{ГЭ}$	$O_{ВКР}$	Средневзвешенная оценка уровня сформированности компетенции (ОК)	Итоговая оценка уровня сформированности компетенции (балл)
ОК-1	4,1	4	-	5	4,4	хорошо
ОК-2	4,3	4	-	5	4,4	хорошо
ОК-3	4	4	-	5	4,4	хорошо
ОК-4	4,2	4	-	5	4,4	хорошо
ОК-5	4,7	4	-	5	4,4	хорошо
ОК-6	4	4	-	5	4,4	хорошо

OK-7	4,3	4	-	5	4,4	хорошо
OK-8	4,3	4	-	5	4,4	хорошо
OK-9	4,7	4	-	5	4,4	хорошо
ПК-1	4,3	4	4	-	4	хорошо
ПК-10	4,3	4	4	-	4	хорошо
ПК-11	4,5	4	-	5	4,4	хорошо
ПК-12	4	4	-	5	4,4	хорошо
ПК-19	4,1	4	4	-	4	хорошо
ПК-2	4,1	4	-	5	4,4	хорошо

ПК-20	4,2	4	4	-	4	хорошо
ПК-21	4,2	4	-	5	4,4	хорошо
ПК-22	4,6	4	-	5	4,4	хорошо
ПК-23	3,9	4	-	5	4,4	хорошо
ПК-3	4,7	5	4	-	4,6	<i>хорошо</i>
ПК-4	3,8	3	-	5	3,8	хорошо
ПК-5	4,2	4	-	5	4,4	хорошо
ПК-6	3,9	3	4	-	3,4	<i>удовлетворительно</i>
ПК-7	4,3	4	4	-	4	хорошо

ПК-8	4,7	5	-	5	5	отлично
ПК-9	4,3	4	4	-	4	хорошо
ПСК-1	4,6	4	4	-	4	хорошо
ПСК-2	4,2	4	-	5	4,4	хорошо
Студент 2						
Компетенция	Средняя оценка по контрольным мероприятиям	$O_{зуб}$	$O_{ГЭ}$	$O_{ВКР}$	Средневзвешенная оценка уровня сформированности компетенции (OK)	Итоговая оценка уровня сформированности компетенции (балл)
ОК-1	4,6	4	-	5	4,4	хорошо
ОК-2	4,7	5	-	5	5	отлично
ОК-3	4,3	4	-	5	4,4	хорошо

OK-4	4,8	5	-	5	5	отлично
OK-5	4,7	5	-	5	5	отлично
OK-6	4,3	4	-	5	4,4	хорошо
OK-7	5	5	-	5	5	отлично
OK-8	5	5	-	5	5	отлично
OK-9	4,7	5	-	5	5	отлично
ПК-1	5	5	5	-	5	отлично
ПК-10	4,9	5	5	-	5	отлично
ПК-11	4,8	5	-	5	5	отлично

ПК-12	4,9	5	-	5	5	ОТЛИЧНО
ПК-19	4,8	5	5	-	5	ОТЛИЧНО
ПК-2	4,8	5	-	5	5	ОТЛИЧНО
ПК-20	4,7	5	5	-	5	ОТЛИЧНО
ПК-21	4,9	5	-	5	5	ОТЛИЧНО
ПК-22	4,7	5	-	5	5	ОТЛИЧНО
ПК-23	4,9	5	-	5	5	ОТЛИЧНО
ПК-3	4,7	5	5	-	5	ОТЛИЧНО
ПК-4	4,9	5	-	5	5	ОТЛИЧНО

ПК-5	4,7	5	-	5	5	отлично
ПК-6	4,8	5	5	-	5	отлично
ПК-7	5	5	5	-	5	отлично
ПК-8	4,8	5	-	5	5	отлично
ПК-9	4,6	4	5	-	4,4	хорошо
ПСК-1	4,8	5	5	-	5	отлично
ПСК-2	4,7	5	-	5	5	отлично

Следует отметить, что если уровень сформированности компетенции диагностируется как на ГЭ, так и при защите ВКР, то коэффициенты C_1 , C_2 и C_3 согласно методическим рекомендациям примут следующие значения: $C_1=0.6$, $C_2=0.2$, $C_3=0.2$.

Формирование итоговой оценки уровня сформированности компетенций производится согласно критериям, приведенным в таблице 4.36.

Таблица 4.36. Критерии формирования итоговой оценки уровня сформированности компетенций

Итоговая оценка	Оценки ответов
Отлично	средневзвешенная оценка выше 4,5 и оценка при ГИА «отлично»
Хорошо	средневзвешенная оценка выше 3,75, но ниже или равна 4,5, а оценка за ГИА не ниже «хорошо»
удовлетворительно	средневзвешенная оценка выше или равна 3,0, но ниже или равна 3,75, а оценка за ГИА не ниже «удовлетворительно»
неудовлетворительно	оценка за ГИА «неудовлетворительно»

Из анализа приведенных результатов видно, на итоговую оценку уровня сформированности компетенции по предложенной методике существенно влияют не только результаты контроля при освоении ОПОП, но и результаты ГИА. Например, при формировании итоговой оценки уровня сформированности компетенции ПК-3 у студента 1 существенное влияние оказала оценка ГИА, которая не позволила оценить данную компетенцию на «отлично». С другой стороны, у этого же студента компетенция ПК-6 оценена на «удовлетворительно», хотя по результатам ГИА у него оценка «хорошо». Это связано с низкой оценкой уровня сформированности данной компетенции по результатам контроля освоения ОПОП.

Интерес представляет сравнение результатов оценивания уровня сформированности компетенции по средним оценкам, полученным студентами при контроле освоения ОПОП, с итоговыми оценками, полученными по предложенной методике. В большинстве случаев, как и следовало ожидать, эти оценки совпадают. Однако, в некоторых случаях они различаются. Это связано с двумя причинами:

во-первых, применение кривых научения при оценивании уровня сформированности компетенции при изучении различных дисциплин позволяет более обосновано оценивать компетенцию при освоении ОПОП. Например, средняя оценка за компетенцию ПК-6 у студента 1 составляет 3.9 (см. таблицу 4.35), однако, с учетом различного вклада в оценку этой компетенции разных учебных дисциплин интегральная оценка снизилась до 3.0, что привело к итоговой оценке «удовлетворительно». Хотя по средней оценке за освоение ОПОП и результатам ГИА итоговая оценка была бы «хорошо»;

во-вторых, учет в итоговой оценке результатов ГИА позволяет более обосновано подходить к итоговой оценке, т.к. требует подтверждения оценки за освоение ОПОП результатами ГЭ и/или защиты ВКР.

Таким образом, предложенная методика при формировании итоговой оценки уровня сформированности каждой компетенции более обосновано учитывает результаты всех видов контроля при освоении ОПОП и результаты ГИА.

4.6. Комплексное оценивание результатов образования по группам дисциплин и группам компетенций

Особый интерес представляют результаты оценивания уровня сформированности компетенций по группам дисциплин и по группам компетенций.

Первоначально было проведено оценивание качества освоения различных групп учебных дисциплин и практических разделов у выпускников данной магистерской программы.

Все учебные дисциплины условно разбиты на 3 группы: ГСЭ, МЕН и профессиональные дисциплины. Кроме того, выделена группа практических разделов ОПОП, в которую включены НИРМ и практики.

В таблице 4.37 приведены результаты освоения выделенных групп дисциплин и практических разделов выпускниками данной магистерской программы.

Из анализа приведенных результатов следует, что качество освоения групп дисциплин студентами достаточно высокое. Однако, можно отметить, что

качество освоения гуманитарных дисциплин ниже математических и естественно-научных, а также профессиональных дисциплин.

В таблицах 4.38, 4.39, 4.40 и 4.41 приведены результаты оценивания уровня сформированности по группам компетенций у выпускников данной магистерской программы. Из анализа результатов следует, что оценки уровня сформированности групп компетенций выпускников достаточно высокие и распределены практически равномерно, что свидетельствует о сбалансированности ОПОП и качестве освоения выпускниками различных ее образовательных частей.

Таблица 4.37. Результаты оценивания по группам дисциплин

Результат освоения групп дисциплин						
Студент 1						
Группа дисциплин	Общая трудоемкость (час)	Количество контрольных мероприятий	Средняя оценка по контрольным мероприятиям	Оценка освоения группы дисциплин (час)	Оценка освоения группы дисциплин в %	Итоговая оценка уровня освоения группы дисциплин (балл)
ГСЭ	288	3	4,1	248	86% (з - 81%, у - 92%, в - 78%)	хорошо
МиЕН	504	5	4,5	433	86% (з - 96%, у - 86%, в - 77%)	хорошо
П	1764	15	4,3	1517	86% (з - 87%, у - 88%, в - 79%)	хорошо
Практики	2016	10	4,1	1572	78% (з - 85%, у - 84%, в - 68%)	хорошо
Студент 2						
ГСЭ	288	3	4,6	256	89% (з - 89%, у - 92%, в - 82%)	хорошо
МиЕН	504	5	4,6	459	91% (з - 93%, у - 93%, в - 84%)	отлично

П	1764	15	4,8	1641	93% (з - 94%, у - 96%, в - 84%)	отлично
Практики	2016	10	4,8	1835	91% (з - 96%, у - 95%, в - 85%)	отлично

Таблица 4.38. Результаты оценивания общекультурных компетенций

Результат освоения групп компетенций						
Студент 1						
Группа компетенций	Общая трудоемкость (час)	Количество контрольных мероприятий	Средняя оценка по контрольным мероприятиям	Оценка освоения группы компетенций (час)	Оценка освоения группы компетенций в %	Итоговая оценка уровня сформированности группы компетенций (балл)
Общекультурные компетенции	794	22	4,3	673	85% (з - 87%, у - 90%, в - 74%)	хорошо
Студент 2						
Общекультурные компетенции	794	22	4,7	721	91% (з - 94%, у - 94%, в - 82%)	отлично

Таблица 4.39. Результаты оценивания общепрофессиональных компетенций

Результат освоения групп компетенций						
Студент 1						
Группа компетенций	Общая трудоемкость (час)	Количество контрольных мероприятий	Средняя оценка по контрольным мероприятиям	Оценка освоения группы компетенций (час)	Оценка освоения группы компетенций в %	Итоговая оценка уровня сформированности группы компетенций (балл)
Общепрофессиональные компетенции	1178	31	4	929	79% (з - 85%, у - 84%, в - 68%)	Хорошо
Студент 2						
Общепрофессиональные компетенции	1178	31	4,8	1079	92% (з - 95%, у - 96%, в - 84%)	Отлично

Таблица 4.40. Результаты оценивания профессиональных компетенций

Результат освоения групп компетенций						
Студент 1						
Группа компетенций	Общая трудоемкость (час)	Количество контрольных мероприятий	Средняя оценка по контрольным мероприятиям	Оценка освоения группы компетенций (час)	Оценка освоения группы компетенций в %	Итоговая оценка уровня сформированности группы компетенций (балл)

Профессиональные компетенции	1780	51	4,3	1480	83% (з - 89%, у - 86%, в - 72%)	Хорошо
Студент 2						
Профессиональные компетенции	1780	51	4,8	1645	92% (з - 95%, у - 95%, в - 87%)	Отлично

Таблица 4.41. Результаты оценивания профильно-специализированных компетенций

Результат освоения групп компетенций						
Студент 1						
Группа компетенций	Общая трудоемкость (час)	Количество контрольных мероприятий	Средняя оценка по контрольным мероприятиям	Оценка освоения группы компетенций (час)	Оценка освоения группы компетенций в %	Итоговая оценка уровня сформированности группы компетенций (балл)
Профильно-специализированные компетенции	738	15	4,4	638	86% (з - 90%, у - 89%, в - 78%)	хорошо
Студент 2						
Профильно-специализированные компетенции	738	15	4,7	677	92% (з - 94%, у - 95%, в - 84%)	отлично

4.7. Примеры управления качеством подготовки студентов технического вуза

4.7.1. Пример управления уровнем сформированности одной компетенции студентов

Рассмотрим пример управления уровнем сформированности компетенции ПК-9 «Способность выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления в технических системах», формируемой дисциплинами Б1.Б.05 «Компьютерные технологии управления в технических системах» и Б1.ДВ.01.1 «Управление в условиях неопределенности». Исходя из особенностей содержания учебных дисциплин и образовательных технологий, преподавателями были определены следующие параметры кривых научения:

Таблица 4.42. Рекомендуемые параметры кривых научения студента

Дисциплина	Вид КН (знания)	Вид КН (умения)	Вид КН (владения)	γ_z	γ_y	γ_b
Б1.Б.05	Э	Э	Л	1	0,6	1
Б1.ДВ.01.1	Э	Л	Л	0,5	1	2

Предлагаемая в диссертации методика комплексного оценивания позволяет управлять уровнем сформированности отдельных компетенций путем корректировки кривых научения на основе реальных данных по результатам промежуточного контроля знаний, умений и владений каждого студента. Например, если требованиями СМК и основными работодателями устанавливается уровень усвоения какой-либо компетенции не ниже 80% от максимально возможного уровня (что соответствует оценке «хорошо»), то исследуя результаты освоения компетенции всеми студентами, можно рекомендовать преподавателям скорректировать *кривые научения* (т.е. технологии обучения и, возможно, содержание учебных дисциплин) таким образом, чтобы обеспечить заданный уровень качества подготовки. Для этого достаточно выбрать «наихудшего» студента и определить для него такие параметры кривых научения, которые позволяют выполнить требования по

качеству образования. И эти найденные параметры рекомендовать преподавателям для практического использования.

Вернемся к рассматриваемому примеру.

Общая трудоемкость, выделенная на формирование выбранной компетенции ПК-9, составляет 72 часа (см. таблицу 4.4). Вся компетенция формируется в ходе первого семестра, по результатам которого была получена негэнтропийная оценка уровня сформированности компетенции студента, равная 51 час, что не удовлетворяет требованию преподавателей о минимальном уровне освоения компетенции ПК-9, который должен составить не менее 58 часов (80% от заявленной трудоемкости). Результаты освоения компонентов компетенции выбранным для рассмотрения «наихудшим» студентом по дисциплинам представлены в таблице 4.43:

Таблица 4.43. Результаты освоения компонентов компетенций студентом

Дисциплина	У _з (час)	У _у (час)	У _в (час)	Общая (час)
Б1.Б.05	9 (90%)	10 (63%)	6 (60%)	25 (71%)
Б1.ДВ.01.1	6 (60%)	13 (76%)	7 (78%)	26 (71,3%)

Исходя из результатов (таблица 4.43), можно сделать вывод, что слабыми местами освоения компетенции этим студентом являются *умения* и *владения* по дисциплине Б1.Б.05 и *знания* по дисциплине Б1.ДВ.01.1. С помощью разработанного алгоритма производится корректировка параметров γ кривых научения, которые представлены в таблице 4.44.

Предлагается следующий алгоритм корректировки параметра γ . Считается, что студенты, освоившие компоненты компетенции ниже заданного уровня (например, меньше 80%), не могут усвоить необходимый объем знаний при существующем темпе получения информации. Поэтому необходимо преподавателю предложить такую методику подачи информации, которая позволит усвоить полезную информацию студентами в *базовом* объеме. Другими словами, в процессе обучения давать больше информационных примеров и разработать информационную среду для освоения базовых знаний в рамках самостоятельной работы студентов. С этой целью необходимо

перестроить кривую научения таким образом, чтобы точка на кривой научения, соответствующая оценке «удовлетворительно» соответствовала заданному уровню негэнтропийной оценке, показывающей объем усвоенной полезной информации (см. рисунок 4.3).

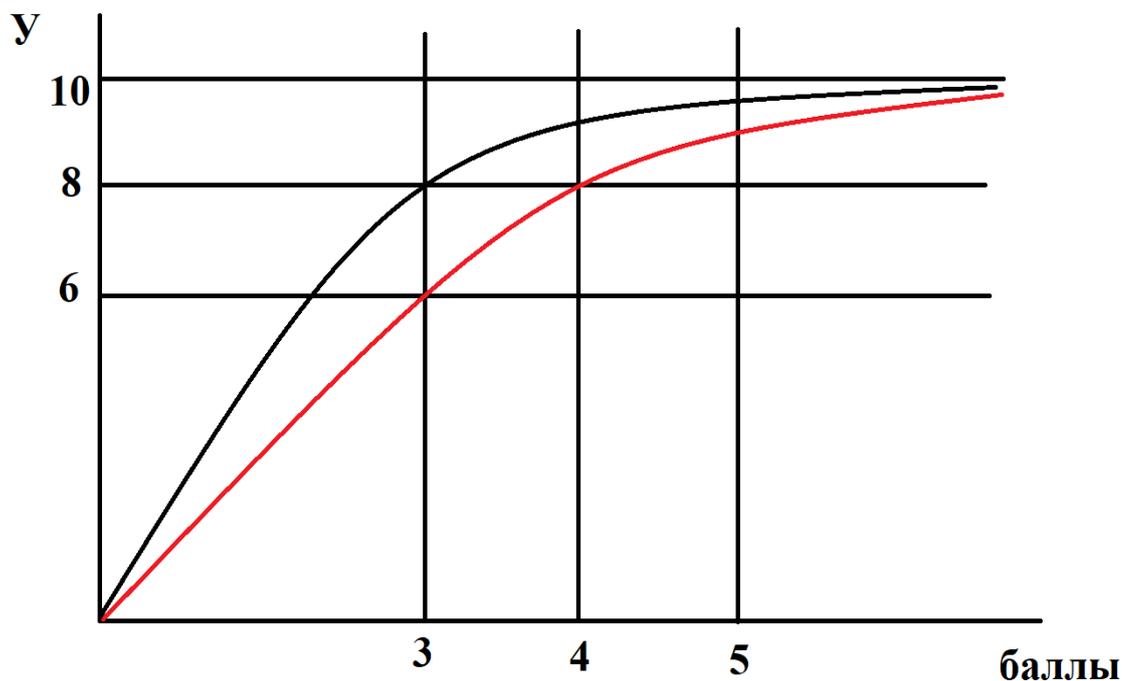


Рисунок 4.3 – Корректировка кривой научения в балльной системе координат

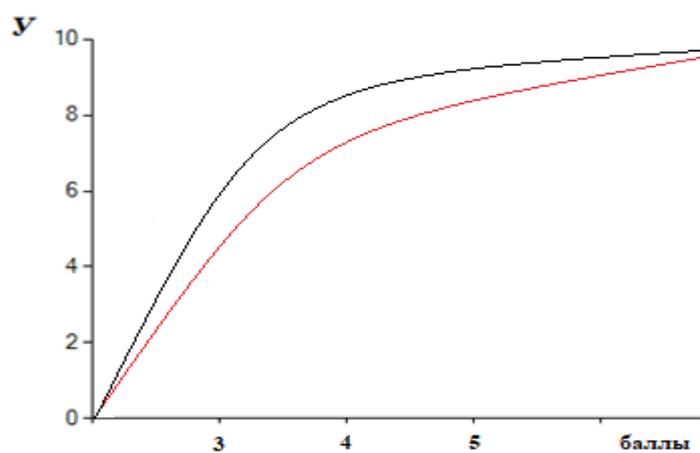
Индивидуальные параметры для кривых научения «наихудшего» студента после корректировки представлены в таблице 4.44.

Таблица 4.44. Индивидуальные параметры кривых научения студента после корректировки

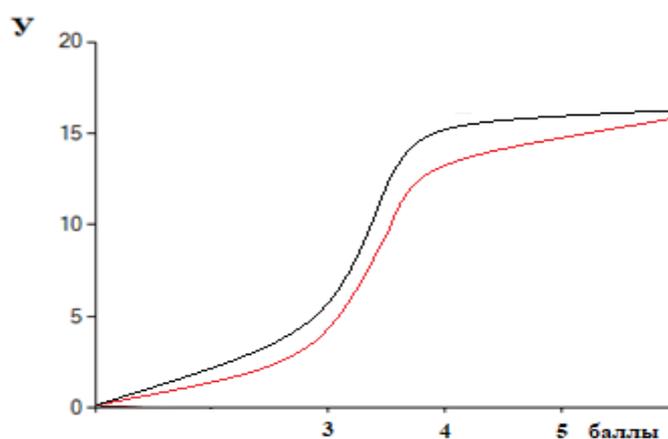
Дисциплина	Вид КН (знания)	Вид КН (умения)	Вид КН (владения)	γ_z	γ_y	γ_b
Б1.Б.05	Э	Э	Л	1	<u>1,18</u>	<u>2,05</u>
Б1.ДВ.01.1	Э	Л	Л	<u>1,15</u>	1	2

Кривые научения примут следующий вид (рисунок 4.4.): а) кривая усвоения *знаний* по дисциплине Б1.ДВ.01.1; б) кривая приобретения *умений* по дисциплине Б1.Б.05; в) кривая приобретения *владений* по дисциплине Б1.Б.05.

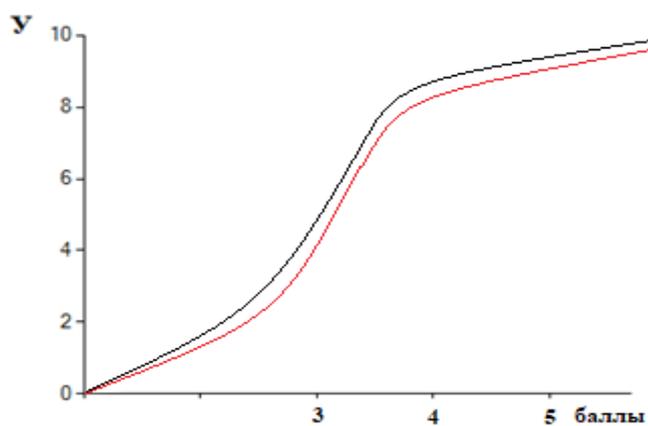
Здесь кривые научения до корректировки показаны красным цветом, а после корректировки – черным.



а)



б)



в)

Рисунок 4.4 – Индивидуальные кривые научения студента до и после корректировки

Видно, что скорректированные кривые лежат выше кривых, предложенных первоначально преподавателями. После корректировки содержания подразделов дисциплин и технологии подачи учебного материала удалось достичь повышения уровня сформированности компетенции ПК-9 у самого слабого студента и довести его «условно» до желаемого – 58 часов трудоемкости. Другими словами, если обучение по дисциплинам проводилось бы по скорректированным кривым научения, то результаты освоения компетенций студентом были следующие: Б1.ДВ.01.1 *знания* – 8 часов (80%), Б1.Б.05 *умения* – 12 часов (75%), Б1.Б.05 *владения* – 9 часов (90%). Естественно, для достижения этого результата преподавателю требуется пересмотреть технологии обучения, например, обратив внимание на усвоение базовых знаний, умений и владений в рамках читаемых учебных дисциплин.

Аналогичным образом можно проводить корректирующий воздействия для повышения уровня освоения компетенции группой студентов, в таком случае при определении параметров кривых научения должны учитываться не индивидуальные особенности каждого студента, а характерные особенности обучаемости группы в целом, а определение слабых мест в освоении компонентов компетенций должно происходить на основе осредненных негэнтропийных оценок студентов всей группы.

Предлагается проводить подобную корректировку параметров применительно к общей кривой научения, определенной для всей группы студентов, на основе индивидуальной КН студента, показавшего самую низкую скорость обучения и, как следствие, уровень сформированности рассматриваемой компетенции которого самый низкий в группе.

4.7.2. Пример управления уровнем сформированности группы компетенций для группы студентов

Рассмотрим пример управления уровнем сформированности группы компетенций для группы студентов на примере профессиональных компетенций по видам деятельности, которые могут быть интересны потенциальному работодателю. Пусть для рассматриваемой магистерской программы в данную

группу входят следующие компетенции: ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПК-12, ПК-19, ПК-20, ПК-21, ПК-22, ПК-23. Дисциплины, участвующие в формировании рассматриваемых компетенций, и трудоемкости, необходимые для их освоения, представлены в таблице 4.3 и таблице 4.4 соответственно. В таблице 4.45 представлены полученные осредненные оценки уровни освоения компетенций U_k учебной группой студентов, рассчитанные по результатам промежуточного контроля с помощью предложенного выше алгоритма комплексного оценивания (см. формулу 2.14).

Таблица 4.45. Уровни освоения группы компетенций учебной группой студентов

Компетенция	Уровень освоения (час)	Максимальный уровень освоения (час)	Относительный уровень освоения (%)
ПК-7	108	135	81%
ПК-8	94	111	85%
ПК-9	52	72	74%
ПК-10	99	132	76%
ПК-11	104	141	75%
ПК-12	179	219	82%
ПК-19	174	216	81%
ПК-20	158	192	83%
ПК-21	62	81	77%
ПК-22	164	210	79%
ПК-23	76	96	80%
Итого:	1270	1605	79%

Отметим, что текущий уровень освоения группы компетенций не соответствует ожиданиям работодателя, согласно пожеланиям которого минимальный уровень освоения должен составлять 1284 часа трудоемкости, т.е. 80% от общей трудоемкости группы компетенций. Также из таблицы 4.45 видно,

что самый низкий уровень освоения у компетенции ПК-9, к которой и необходимо применить корректирующее воздействие в первую очередь. Для этого определяем дисциплинарную компетенцию с самым низким уровнем освоения (в данном случае это дисциплина Б1.Б.05 «Компьютерные технологии управления в технических системах») и применяем корректировку, направленную на повышение уровня освоения компонентов компетенции, согласно алгоритму, описанному выше (раздел 4.7.1). Уровень сформированности дисциплинарной части компетенции по дисциплине Б1.Б.05 составлял 25 часов в среднем по группе студентов, что соответствует 71% от общего количества часов дисциплинарной части компетенции ПК-9 по дисциплине Б1.Б.05 (36 часов в таблице 4.4). Таким образом, применив корректирующее воздействие ко всем компонентам дисциплинарной компетенции (*знания, умения, владения*), удалось повысить оценку уровня освоения до 31 часа, что составляет 86% от соответствующей дисциплинарной части. При этом общий уровень освоения компетенции группой студентов составляет 58 часов, т.е. 80% от общей заявленной трудоемкости компетенции. После корректировки параметров кривых научения дисциплины Б1.Б.05 проводим пересчет уровней сформированности компетенций рассматриваемой группы, результаты которого приведены в таблице 4.46.

Таблица 4.46. Уровень освоения компетенций группой студентов после корректировки параметров КН по дисциплине Б1.Б.95

Компетенция	Уровень освоения (час)	Максимальный уровень освоения (час)	Относительный уровень освоения (%)
ПК-7	108	135	81%
ПК-8	94	111	85%
ПК-9	<u>58</u>	72	<u>80%</u>
ПК-10	<u>105</u>	132	<u>80%</u>
ПК-11	<u>110</u>	141	<u>78%</u>

ПК-12	179	219	82%
ПК-19	174	216	81%
ПК-20	158	192	83%
ПК-21	<u>68</u>	81	<u>84%</u>
ПК-22	164	210	79%
ПК-23	76	96	80%
Итого:	<u>1294</u>	1605	<u>80%</u>

Из таблицы 4.46 видно, что кроме компетенции ПК-9 изменились уровни освоения компетенций ПК-10, ПК-11 и ПК-21. Это связано с тем, что дисциплина Б1.Б.05 также участвует в формировании этих компетенций (таблица 4.2), и применение корректирующих действий на процесс формирования данной дисциплинарной компетенции привели к повышению и этих компетенций тоже. Таким образом, очевидно, что применение корректирующих воздействий к формированию компонентов дисциплинарной компетенции приводит к повышению уровня сформированности всех компетенций, в формировании которых участвует корректируемая дисциплина.

В заключении данной главы рассмотрим еще один пример, касающийся управления качеством образовательной программы магистратуры в целом по направлению 27.04.04 «Управление в технических системах», реализуемой в ПНИПУ.

4.7.3. Пример управления уровнем освоения ОПОП

На основании алгоритма, представленного в разделе 2.5, рассматривается выработка управленческих решений на основе негэнтропийного подхода, направленная на повышение качества подготовки магистров. При этом под качеством подготовки понимается соответствие уровня сформированности заявленных компетенций всеми студентами, участвующими в реализации рассматриваемой ОПОП, заданному значению. Согласно предложенного алгоритма уровень сформированности компетенций рассчитывается с помощью комплексной негэнтропийной оценки, осредненной по всем студентам.

Считается, что задан необходимый уровень сформированности компетенций, согласованный с работодателем.

Отметим, что общий уровень сформированности всех заявленных компетенций согласно негэнтропийного подхода соответствует части общей трудоемкости ОПОП, выделенной на освоение учебных дисциплин и практических разделов. В свою очередь, разделение компетенций на дисциплинарные части позволяет при управлении качеством всей ОПОП перейти от оценивания уровня сформированности компетенций к уровню освоения всех учебных дисциплин и практических разделов, участвующих в их формировании. Таким образом, общий уровень сформированности всех заявленных компетенций рассматриваемой группы студентов можно определить осредненными (по учебной группе) негэнтропийными оценками уровня освоения всех учебных дисциплин и практических разделов, участвующих в их формировании. Такой подход очень удобен для разработчиков ОПОП при распределении трудоемкостей между дисциплинами/практическими разделами с учетом распределения компетенций по дисциплинам.

Рассмотрим процедуру управления качеством всей образовательной программы магистратуры по направлению 27.04.04 «Управление в технических системах» более подробно.

1. Используя полученные осредненные (по учебной группе) негэнтропийные оценки уровня освоения отдельных дисциплин/практических разделов, приведенных в разделе 4.5, строится график зависимости осредненных результатов обучения в условных единицах негэнтропии по исследуемой ОПОП, приведенный на рисунке 4.5. Отметим, что кривая 1 соответствует максимально возможному уровню освоения каждой дисциплины и всей ОПОП в целом, причем номера дисциплин соответствуют дисциплинам ОПОП, приведенным в таблице 4.2. Кривая 3 соответствует реальному уровню освоения магистерской программы.

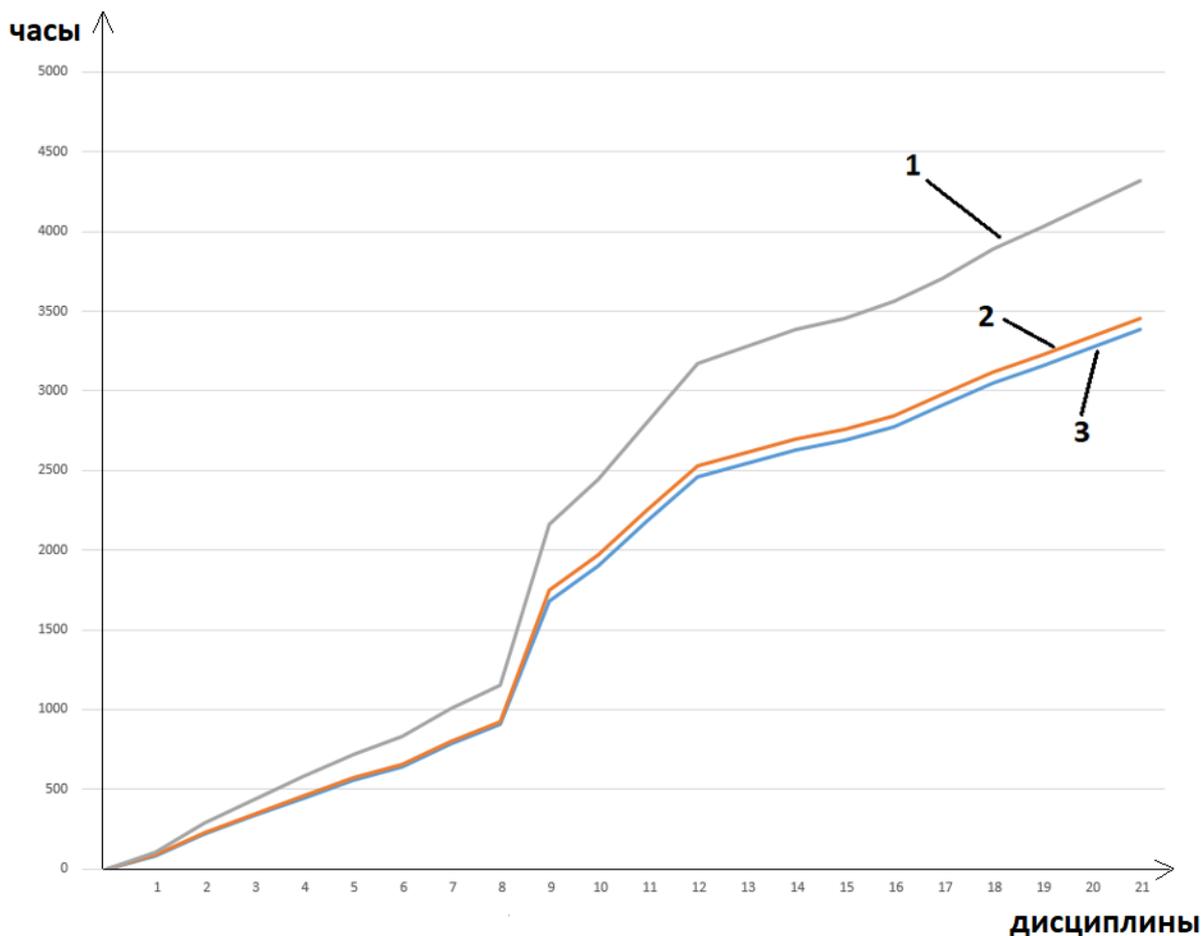


Рисунок 4.5 – Зависимость осредненных результатов обучения от учебных дисциплин и практических разделов ОПОП

2. Оценивается несоответствие уровня освоения ОПОП максимально возможному результату. Из рисунка 4.6 видно, что разница Δ составляет 937 единиц трудоемкости, что соответствует 22% от максимально возможной оценки. В компетентностной модели выпускника вуза по данной магистерской программе устанавливается высокий и средний уровень сформированности заявленных компетенций и оговаривается, что уровень их освоения в среднем должен соответствовать оценке «хорошо». Согласно критериям, предложенным в разделе 2.5, данная оценка соответствует уровню освоения компетенций не ниже, чем 75% от максимально возможного уровня. В данном случае отклонение ниже допустимого на 2% , что согласно предложенного алгоритма не требует корректировки ОПОП, качество реализации которой соответствует требованиям, установленным СМК вуза. Предположим, что запланировано повышение качества реализации рассматриваемой ОПОП на 3%. В этом случае потребуются

обоснованная корректировка тех дисциплин и разделов ОПОП, результаты освоения которых оказались самыми низкими.

3. Проведем анализ «узких мест» освоения ОПОП. Как оказалось, можно выделить группу дисциплин и практических разделов, которые максимально влияют на качество освоения ОПОП. Соответствующие дисциплины/практические разделы и уровни несоответствия освоения ОПОП максимально возможным приведены в таблице 4.47.

Таблица 4.47. Дисциплины/практические разделы и уровни несоответствия освоения ОПОП

Дисциплины/практические разделы	Трудоемкость дисциплины, час	Отклонение до корректировки, час	Относительное отклонение, %
Логистика на предприятии	108	25	23,1
Инструментальные средства для разработки и реализации АСУП	144	33	22,9
Управление качеством продукции	144	33	22,9
Администрирование в СУБД	108	25	23,1
Научно-исследовательская работа	1008	234	23,2
ИТОГО		350	23

4. Проведем корректирующее воздействие на качество освоения выделенных дисциплин и разделов. Для этого перестроим кривые научения для этих дисциплин/практических разделов. При этом учитываются известные средние балльные оценки студентов по соответствующим разделам ОПОП. Отметим, что перестройка КН осуществляется за счет изменения параметров кривой таким образом, чтобы значения отклонений не превышали 20%.

Пример корректировки КН приведен для дисциплины Б1.В.06 «Логистика на предприятии».

В таблице 4.48 представлены результаты прохождения студентами контрольных мероприятий в ходе освоения данной дисциплины.

Таблица. 4.48. Результаты прохождения контрольных мероприятий по дисциплине Б1.В.06 «Логистика на предприятии»

Студент	Вид КР	Оценка (знания)	Оценка (умения)	Оценка (владения)
Студент 3	курсовая работа	5	4	3
Студент 3	Зачет	4	4	3
Студент 4	курсовая работа	4	4	3
Студент 4	Зачет	4	4	3

Параметры исходных кривых научения для данной дисциплины представлены в таблице 4.49. При данных параметрах получены уровни освоения компонентов компетенций: **знания** – 79%, **умения** – 76%, **владения** – 76%, что соответствует общему уровню освоения дисциплины – 77%, при этом были приняты уровни оценивания всех компонентов компетенции: *удовлетворительно* – 55%, *хорошо* – 75%, *отлично* – 90%.

Таблица. 4.49. Параметры кривых научения для дисциплины Б1.В.06 «Логистика на предприятии»

Компонент компетенции	Вид кривой научения	γ
Знания	Экспоненциальная	1
Умения	Логистическая	1
Владения	Логистическая	1

Путем изменения степенного параметра кривой научения γ для знаний, умений и владений $\gamma_y = 2$, $\gamma_y = 3$, $\gamma_b = 2,5$ и, проведя перерасчет уровня сформированности дисциплинарной компетенции, получаем новые уровни освоения: **знания** – 80%, **умения** – 81%, **владения** – 80%.

На рисунке 4.7 представлены исходные и скорректированные кривые научения. Нижняя кривая соответствует виду КН до корректировки, а верхняя кривая отражает изменение вида КН после увеличения степенного параметра γ .

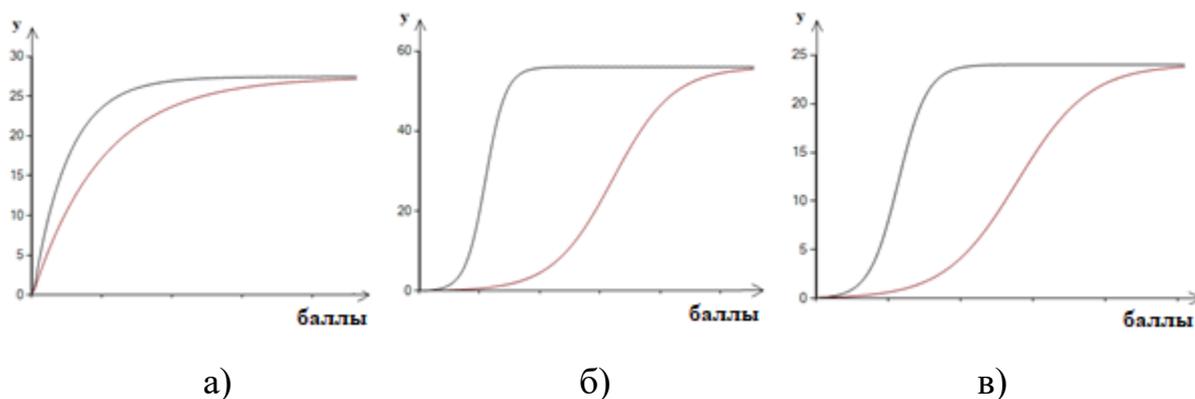


Рисунок 4.7 – Изменение вида кривой научения в ходе корректировки

Таким образом, новый общий процент освоения дисциплинарной компетенции группой студентов составляет **80,3%**. Как уже отмечалось в работе, степенной параметр кривой научения γ характеризует процесс усвоения полезной информации в ходе обучения. На практике реализация данных действий может осуществляться за счет изменения содержания дисциплин и технологий обучения, которые предлагаются ведущими преподавателями, ответственными за данные дисциплины.

После корректировки результаты освоения выделенных разделов ОПОП примут вид, приведенный в таблице 4.50.

Таблица 4.50. Результаты освоения выделенных разделов ОПОП

Дисциплины/практические разделы	Трудоемкость дисциплины, час	Отклонение после корректировки, час	Относительное отклонение, %
Логистика на предприятии	108	22	20,3
Инструментальные средства для разработки и реализации АСУП	144	28	19,4
Управление качеством продукции	144	30	20,8
Администрирование в СУБД	108	22	20,3
Научно-исследовательская работа	1008	180	17,8
ИТОГО		282	19,7

При этом повысится уровень освоения всей ОПОП примерно на 2%, что хорошо видно из рисунка 4.6 при сравнении кривых 2 и 3 (кривая 2 на рисунке соответствует скорректированному уровню освоения магистерской программы).

Следует отметить, что корректировка кривых научения различных дисциплин в данном случае может осуществляться неоднозначно. В предложенном варианте корректировки КН выделенных дисциплин наибольшему изменению подверглась НИР магистрантов. Это связано с тем, что в исследуемой ОПОП научно-исследовательская работа осуществлялась согласно учебного плана в течение 4-х семестров и корректировка КН не требует резкого изменения технологии освоения данного раздела ОПОП. Сложнее дело обстоит с односеместровыми дисциплинами, для которых изменение КН (см. рисунок 4.7) требует значительно более высокого темпа освоения новых знаний, умений и владений. Этого не всегда удастся достичь без существенного изменения технологии обучения. Поэтому возможно менее значительная корректировка КН за счет вовлечения в планируемые изменения большего количества дисциплин и практических разделов.

На рисунке 4.8 приведена зависимость осредненных результатов обучения от учебных дисциплин и практических разделов ОПОП при корректировке кривых научения для 17 выделенных дисциплин [86].

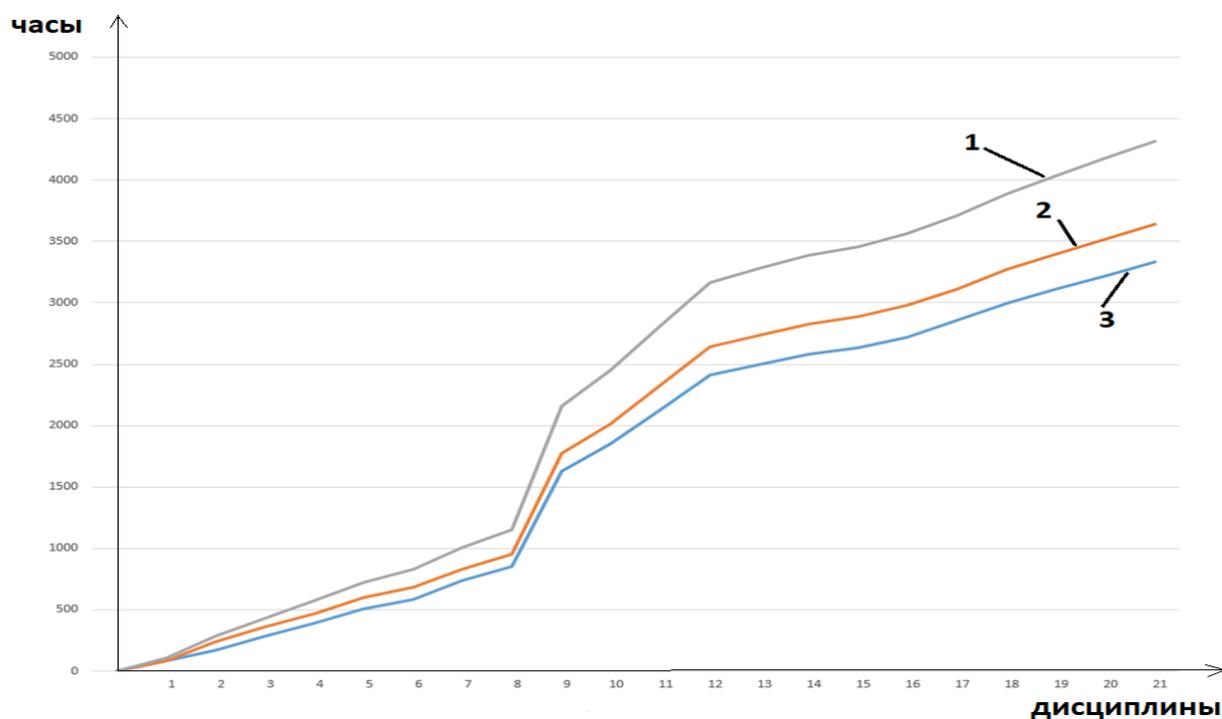


Рисунок 4.8 – Зависимость осредненных результатов обучения от учебных дисциплин и практических разделов ОПОП при корректировке 17 дисциплин

При этом за счет корректировки удалось уменьшить отклонение Δ до 15%, не требуя значительного изменения КН выделенных разделов ОПОП. Например, кривые научения дисциплины Б1.В.06 «Логистика на предприятии» после корректировки, представленные на рисунке 4.9, стали более «плавными», что не требует коренного изменения технологии ее освоения.

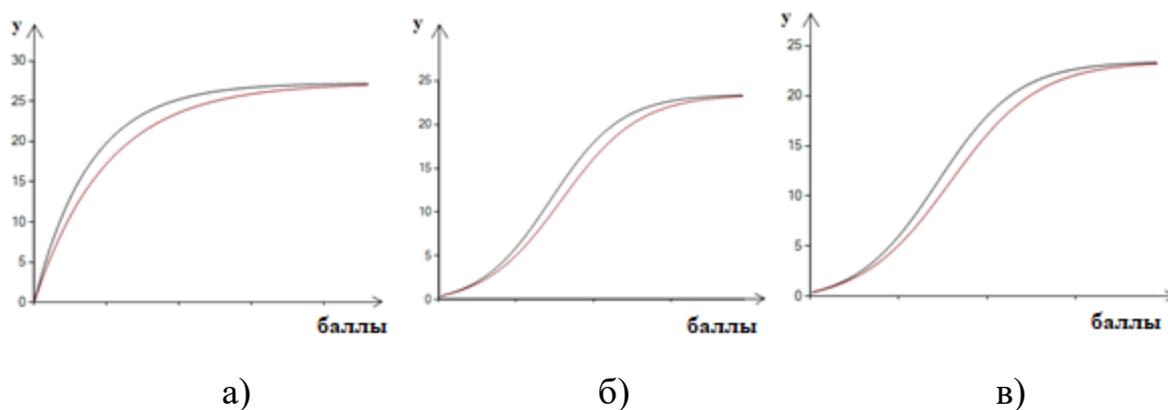


Рисунок 4.9 – Изменение вида кривой научения в ходе корректировки дисциплины «Логистика на предприятии»

Таким образом предложенный алгоритм позволяет обоснованную корректировку как ОПОП в целом, так и отдельных ее разделов за счет изменения соответствующих кривых научения и комплексной негэнтропийной оценки уровня освоения студентами заявленных результатов образования.

Выводы по четвертой главе

1. Представлено описание магистерской программы магистерской программы «Информационные технологии в управлении производственными системами» по направлению подготовки 27.04.04 «Управление в технических системах». На основании имеющихся в базе данных прототипа АИСО были сформированы: перечень формируемых компетенций; таблица отношений между компетенциями и учебными дисциплинами; перечень дисциплин и практических разделов, направленных на формирование КМВ; таблица распределения трудоемкостей, выделенных на формирование компетенций; график формирования и контроля компетенций.

2. Предложены настройки кривых научения по группам дисциплин, а также уровни оценивания компонентов компетенций в процентах освоенной трудоемкости. На основании результатов промежуточных аттестаций получены уровни сформированности дисциплинарных составляющих компетенций ($O_{зуб}$) на основании негэнтропийной оценки дисциплинарных компетенций студентов нескольких групп, обучающихся по направлению 27.04.04, и представлены результаты расчетов по двум студентам.

3. Представлены компонентные структуры агрегированных компетенций, контролируемых в ходе ГИА (государственный экзамен и защита ВКР). Получены комплексные оценки уровня сформированности компетенции, учитывающие результаты промежуточных аттестаций и ГИА, для выпускников направления 27.04.04. По двум студентам представлены результаты оценивания агрегированных компетенций при прохождении ГИА и комплексные оценки уровня сформированности всех компетенций, заявленных ОПОП. Также представлены результаты комплексного оценивания результатов образования по группам и блокам дисциплин и по группам компетенций.

4. Приведены демонстрационные примеры управления как уровня сформированности отдельных компетенций, так и качеством всей образовательной программы за счет корректировки кривых научения, выявленных с помощью

негэнтропийной оценки результатов образования групп дисциплин/практических разделов и отнесенным к «узким местам» ОПОП. Показано, что можно повысить качество реализации ОПОП до заданного уровня как за счет резкого изменения технологий обучения небольшого количества дисциплин, так и за счет незначительных изменений технологий обучения, но большого количества корректируемых разделов.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ

1. Проанализировано состояние проблемы комплексного оценивания результатов высшего образования в рамках компетентностного подхода, заложенного в основу федеральных государственных стандартов. Показано, что формирование компетенций обучаемого является существенно нелинейным процессом, зависящим от содержания учебных дисциплин и применяемых образовательных технологий. Исследована возможность применения кривых научения при моделировании процессов накопления знаний, освоения умений и приобретения владений студентами в рамках образовательной программы вуза. Обоснована необходимость разработки модели комплексного оценивания уровня сформированности компетенций студента, позволяющей автоматизировать процесс контроля качества подготовки студента при реализации новых федеральных образовательных стандартов высшего образования.

2. Разработаны математические модели описания нелинейных процессов накопления знаний, умений и владений в рамках формирования заявленных компетенций выпускника вуза. При этом предложено использовать кривые научения, параметры которых определяются экспертным путем в зависимости от содержания учебной дисциплины и применяемых технологий. Показано, что для различных групп учебных дисциплин (гуманитарно-социальных, естественно-научных и профессиональных) можно предложить унифицированные кривые научения, используемые для моделирования процессов усвоения знаний и приобретения компетенций. Разработана модель комплексного оценивания уровня сформированности компетенций студентов на различных этапах освоения образовательной программы вуза путем построения и анализа специальных сетевых графиков формирования и контроля уровня сформированности каждой из заявленных компетенций, позволяющая автоматизировать процесс контроля уровня подготовки студентов и выпускников вуза. На основании разработанной модели комплексного оценивания предложен алгоритм управления, позволяющий осуществлять оценку уровня сформированности компетенций на основании резуль-

татов текущего, рубежного, промежуточного контроля и государственной итоговой аттестации, а также проводить выработку корректирующих действий, направленных на повышение качества подготовки студентов.

3. Разработан прототип автоматизированной информационной системы оценивания системы образования, предоставляющий возможность хранения и изменения данных по контролю успеваемости студентов на различных этапах реализации образовательных программ, с учетом различных видов контрольных мероприятий. В прототипе системы реализован программный модуль, позволяющий производить расчеты для получения уровней сформированности компетенций студентов различных учебных групп и направлений подготовки по разным учебным дисциплинам и блокам образовательной программы, а также программный модуль, реализующий алгоритм выработки корректирующих действий, направленных на повышение качества образования. Прототип системы является многопользовательским и имеет настраиваемый интерфейс с целью разграничения доступа пользователей к различным данным. Определять типы и задавать параметры кривых научения имеет право только группа экспертов, которая состоит из нескольких опытных преподавателей вуза. Сотрудники управления образовательных технологий отвечают за заполнение данных по образовательным программам, заполнение учебных планов, компетентностных моделей выпускника и т.д. Наполнение данных по контингенту (студенты, учебные группы) и результатам контрольных мероприятий находится в зоне ответственности работников деканатов. Для разграничения операций чтения и редактирования данных производится проверка пользовательских прав при запуске приложения, в следствии которой определяется доступ к строго определенным частям и элементам управления информационной системы, полный доступ к системе имеет только системный администратор, отвечающий за распределение ролей между пользователями. Для обеспечения сохранности данных производится периодическое резервное копирование базы данных на удаленный сервер, находящийся в защищенной локальной сети вуза. Разработанное программное обеспечение зарегистрировано в государственном Реестре программ для ЭВМ (Прило-

жение 1), внедрено в Пермском национальном исследовательском политехническом университете (Приложение 2), ООО «ПроИнфоСервис» (Приложение 3), ООО «АйТи Парма» (Приложение 4).

4. Разработанные модели и алгоритмы комплексного оценивания и управления качеством образовательных программ, а также прототип автоматизированной информационной системы оценивания результатов образования и выработки корректирующих действий апробированы в процессе контроля уровня сформированности компетенций студентов на ряде магистерских программ ПНИПУ. В ходе апробации были обоснованы параметры кривых научения для соответствующих учебных дисциплин и практических разделов реализуемых образовательных программ университета. Составлены сетевые графики учебных процессов, включающих все этапы образовательной программы и контрольные мероприятия в виде рубежного и промежуточного контроля, а также государственной итоговой аттестации. Проведено оценивание уровня сформированности компетенции всех студентов, участвующих в реализации исследуемых программ магистратуры, а также проведено комплексное оценивание результатов образования по группам и блокам дисциплин. Приведены примеры управления уровнем сформированности как отдельной компетенции, так и групп компетенций. Также показан пример управления процессом корректировки образовательной программы путем обоснованного изменения кривых научения для группы выделенных дисциплин ОПОП, по которым были показаны наиболее низкие результаты освоения. Показано, что предложенные модели и алгоритмы позволяют повысить эффективность контроля качества подготовки студентов за счет применения более точных моделей измерения и автоматизации процессов оценивания уровней сформированности компетенций, а также выработки корректирующих действий, повышающих качество реализации образовательных программ вуза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамян, М.Э. Технология LINQ на примерах. Практикум с использованием электронного задачника Programming Taskbook for LINQ / М.Э. Абрамян. – М.: «ДМК Пресс». – 2014. – 326 с.
2. Алексанков, А.М. Управление качеством как основа реформирования российских университетов / А.М. Алексанков, В.Е. Магер, Л.В. Черненькая // Стандарты и качество. – 2016. – № 4. – С. 91-94.
3. Алексанков, А.М. Обеспечение качества высшего образования / А.М. Алексанков, В.Е. Магер, Л.В. Черненькая, А.В. Черненький // Открытое образование. – 2016. – Т. 20. – № 4. – С. 10-16.
4. Байденко, В.И. Компетенции в профессиональном образовании (к освоению компетентностного подхода) / В.И. Байденко // Высшее образование в России. – 2004. – № 11. – С. 3-13.
5. Батурина, Р.В. Понятие «общенаучные компетенции» в контексте компетентностного подхода в современном образовательном процессе / Р. В. Батурина, Р. Р. Исхакова // Вестник Казанского технологического университета. – 2009. – № 5. – С. 386-389.
6. Бек, К. Шаблоны реализации корпоративных приложений / К. Бек. – М.: «Вильямс». – 2008. – 176 с.
7. Болотов, В.А. Компетентностная модель: от идеи к образовательной программе / В.А. Болотов, В.В. Сериков // Педагогика. – 2003. – № 10. – С. 8-14.
8. Борзых, В. Э. Метод математического моделирования процесса оценивания профессиональных компетенций выпускников ВУЗа / В. Э. Борзых, Т.Н. Шалкина, Д. Р. Николаева // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1; URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=17882> (дата обращения: 11.08.2018).
9. Бошемин, Б. Основы ADO.NET / Б. Бошемин. – М.: «Вильямс». – 2003. – 448 с.
10. Брагина, А.А. К вопросу обучения математике студентов технических факультетов университетов / А.А. Брагина, В.И. Ширяев // Наука сегодня

- сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции. Научный центр «Диспут». – 2014. – С. 14-17.
11. Брагина, А.А. К вопросу обучения математике студентов технических факультетов университетов / А.А. Брагина, В.И. Ширяев // Современное общество, образование и наука сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 16 частях. – 2015. – С. 30-32.
 12. Букалова, А.Ю. Интеллектуальные инструментальные средства поддержки принятия решений в задачах управления уровнем профессиональной подготовки студентов / А.Ю. Букалова, В.А. Харитонов // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 1. – 193 с.
 13. Васильев, А.Ю. Работа с PostgreSQL настройка и масштабирование 5-е издание / А.Ю. Васильев. – 2017. – 286 с.
 14. Вербицкий, А. А. Компетентностный подход и теория контекстного обучения / А. А. Вербицкий // Труды методологического семинара «Россия в Болонском процессе: проблемы, задачи, перспективы» – ИЦ ПКПС. – 2004. – С. 11-13.
 15. Вилдермьюс, Ш. Практическое использование ADO.NET. Доступ к данным в Internet / Ш. Вилдермьюс. – М.: «Вильямс». – 2003. – 288 с.
 16. Виссер, Д. Разработка обслуживаемых программ на языке C# / В. Джуст. – М.: «ДМК Пресс». – 2016. – 192 с.
 17. Волкова, В.Н. Основы теории систем и системного анализа / В.Н. Волкова, А.А. Деменев. – СПб.: Изд-во С.П. ГТУ. – 2001. – 342 с.
 18. Гамильтон, Б. ADO.NET. Сборник рецептов / Б. Гамильтон. – СПб.: «Питер». – 2005. – 576 с.
 19. Гитман, Е.К. Интенсификация подготовки рабочих кадров для текстильной промышленности / Е.К. Гитман, М.Б. Гитман // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012. – №4. – С. 12-16.
 20. Гитман, Е.К. Кейс технологии как средство формирования инновационной компетенции у будущих специалистов текстильной промышленности /

- Е.К. Гитман, Л.А. Гущина, М.Б. Гитман // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014. – №1. – С. 178-181.
21. Гитман, Е.К. Концентрированное обучение в системе высшего военного профессионального образования / Е.К. Гитман // Вестник Башкирского университета. – 2010. – Т. 15. – № 4. – С. 1330-1332.
22. Гитман, Е.К. О концепции разработки новых федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования / Е.К. Гитман, М.Б. Гитман, В.Ю. Столбов, И.Д. Столбова // Высшее образование в России. – 2014. – №5. – С. 46-54.
23. Гитман, Е.К. Подготовка специалистов для инновационной экономики: международный опыт и направления развития / Е.К. Гитман, М.Б. Гитман, В.Ю. Столбов // Актуальные проблемы экономики (Киев). – 2013. – №143 (5). – С. 215-223.
24. Гитман, М.Б. Готовность к инновационной деятельности как фактор профессионального отбора в аспирантуру / М.Б. Гитман, Е.К. Гитман, В.Д. Черкасов // Регионология. – 2009. – № 2. – С. 194-203.
25. Гитман, М.Б. Методика применения современных механизмов и инструментов контроля сформированности инновационной компетентности при подготовке научно-педагогических кадров высшей квалификации / М.Б. Гитман, Е.К. Гитман, К.А. Тебенёков // Теория и практика общественного развития. – 2013. – № 12. – С. 215-224.
26. Гитман, М.Б. Модели сетевого взаимодействия вузов при подготовке кадров высшей квалификации / М.Б. Гитман, А.Н. Данилов, В.Ю. Столбов, А.А. Южаков // Университетское управление: практика и анализ. – 2012. – № 3. – С. 69-73.
27. Гитман, М.Б. Об одном подходе к контролю уровня сформированности базовых компетенций выпускников вуза / М.Б. Гитман, А.Н. Данилов, В.Ю. Столбов // Высшее образование в России. – 2012. – № 4. – С. 13-18.
28. Гитман, М.Б. Образовательные стандарты ПНИПУ: концепция разработки и опыт проектирования / М.Б. Гитман, А.Н. Данилов, Н.В. Лобов, В.Ю. Столбов // Высшее образование в России. – 2014. – № 3. – С. 108-117.

29. Гитман, М.Б. Оценка качества подготовки научных кадров к инновационной деятельности на основе процессного подхода / М.Б. Гитман, В.Ю. Петров, В.Ю. Столбов, С.И. Пахомов // Университетское управление: практика и анализ. – 2011. – № 2. – С. 55-63.
30. Гитман, М.Б. Оценка уровня сформированности компетенций выпускника вуза / М.Б. Гитман, А.Н. Данилов, В.Ю. Столбов // Открытое образование. – 2014. – № 1. – С. 24-31.
31. Грачева, Е.Л. Теоретические основы компетентности студентов в области биохимии / Е. Л. Грачева, Л. Н. Сухорукова // Ярославский педагогический вестник. – 2011. – № 3. – Т. 2. (Психолого-педагогические науки). – С. 171-175.
32. Гриффитс, И. Программирование на C# 5.0 / И. Гриффитс. – М.: «Эксмо». – 2014. – 1136 с.
33. Грэхем, Л. Разработка через тестирование для iOS / Л. Грэхем. – М.: «ДМК Пресс». – 2013. – 272 с.
34. Данилов, А.Н. Компетентностная модель выпускника: опыт проектирования / А.Н. Данилов, Н.В. Лобов, В.Ю. Столбов, И.Д. Столбова // Высшее образование сегодня. – 2013. – № 6. – С. 25-33.
35. Данилов, А.Н. Об одном подходе к оцениванию уровня сформированности компетенций выпускника вуза / А.Н. Данилов, А.А. Овчинников, М.Б. Гитман, В.Ю. Столбов // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6; URL: www.science-education.ru/120-15324 (дата обращения: 20.11.2014).
36. Данилов, А.Н. Оценка качества подготовки инженерных кадров к инновационной деятельности / А.Н. Данилов, Е.К. Гитман, И.Д. Столбова // Стандарты и качество. – 2012. – № 8. – С. 74-78.
37. Данилов, А.Н. Управление образовательной деятельностью многопрофильного технического университета на основе негэнтропийного подхода / А.Н. Данилов, В.Ю. Столбов, М.Б. Гитман, В.А. Харитонов // Пермь: Изд-во ПНИПУ. – 2013. – 162 с.

38. Данилов, А.Н. Управление открытой образовательной системой ВУЗа на основе энтропийного подхода / А.Н. Данилов, В.Ю. Столбов // Системы управления и информационные технологии. – 2012 – №4.1(50) – С. 204-208.
39. Девисилов, В.А. Инструментарий квалиметрии компетенций и диагностика знаний на примере ноксологических компетенций и дисциплин / В.А. Девисилов // Стандарты и мониторинг в образовании. – 2011. – № 1. – С. 3-12.
40. Дегтярев, Ю.И. Системный анализ и исследование операций. / Ю.И. Дегтярев. – М.: Высшая школа. – 1996. – 335 с.
41. Десятова, Е. Ю. Социально-личностные компетенции студентов технических вузов: формирование и развитие / Е.Ю. Десятова, Е.М. Сартакова, О.Н. Шахматова // Образование и наука. – 2008. – № 7. – С. 22-29.
42. Дружинина Е.В., Вологдин С.В. Разработка руководства пользователя информационной системы тестирования школьников // Вестник ИжГТУ им. М.Т. Калашникова. 2015. № 2 (66). – С. 86-87.
43. Дьякова, Е.Б. Методические основы формирования и оценки компетенций студентов при реализации компетентностно-ориентированного образовательного процесса / Е.Б. Дьякова, Д.В. Лазутина // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 6: Университетское образование. – 2013. – № 14. – С. 62-69.
44. Дэвис, А. Асинхронное программирование в C# 5.0 / А. Дэвис // М.: «ДМК Пресс». – 2013. – 120 с.
45. Дюваль, П. Непрерывная интеграция. Улучшение качества программного обеспечения и снижение риска / П. Дюваль, С. Матиас, Э. Гловер // М.: «Вильямс». – 2008. – С. 45-62.
46. Ефремова, Н.Ф. Компетенции в образовании: формирование и оценивание / Н.Ф. Ефремова // М. : Национальное образование. – 2012. – 416 с.
47. Ефремова, Н.Ф. Проблемы формирования фондов оценочных средств / Н.Ф. Ефремова // Высшее образование сегодня. – 2011. – №3. – С. 17-21.

48. Жабреев, В.С. Информационная модель оценки знаний и умений персонала по безопасности рабочих мест / В.С. Жабреев, Т.Н. Акулова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2007. – № 23 (95). – С. 75-76.
49. Жабреев, В.С. Модели процесса реализации «бережливого обучения + шесть сигм» / В.С. Жабреев, Т.Н. Половова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2014. – Т. 14. – № 3. – С. 119-123.
50. Жабреев, В.С. Схема и оценка информационных характеристик обучающегося и профессиональной пригодности специалиста / В.С. Жабреев, Т.Н. Половова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2014. – Т. 14. – № 3. – С. 95-98.
51. Замятин, А. М. Система оценки компетенций студентов ВПО. Обзор достижений и нерешенных задач / А.М. Замятин // Молодой ученый. – 2012. – №5. – С. 418-420.
52. Ибрагимов, Г.И. Компетентностный подход в профессиональном образовании / Г.И. Ибрагимов // Educational Technology & Society. – 2007. – № 10(3). – С. 361-365.
53. Ибрагимова, Л.А. Компетентностный подход – методологическая основа современного образования / Л.А. Ибрагимова, Г.А. Петрова, М.П. Трофименко // Вестник Нижневартского государственного университета. – 2010. – №1 – С. 57-66.
54. Ильязова, М.Д. Модель выпускника вуза в рамках компетентностного подхода к целям и результатам ВПО / М.Д. Ильязова // Современные наукоемкие технологии. – 2006. – № 3. – С. 77-78. URL: <https://www.top-technologies.ru/ru/article/view?id=22585> (дата обращения: 22.02.2017).
55. Козлов, В.Н. Интеллектуальные технологии и теория знаний / В.Н. Козлов. – СПб.: Изд-во политехн. ун-та. – 2012. – 157 с.

- 56.Кон, Е.Л. К вопросу о контроле элементов дисциплинарных компетенций в рамках основной образовательной программы (на примере технических направлений подготовки) / Е.Л. Кон, В.И. Фрейман, А.А. Южаков // Открытое образование. – 2013. – №3. – С. 12-19.
- 57.Кон, Е.Л. Практический подход к формированию компетентностной модели выпускника технического университета / Е.Л. Кон, В.И. Фрейман, А.А. Южаков // Университетское управление: практика и анализ. – 2013. – № 2 (84). – С. 52-58.
- 58.Кон, Е.Л. Применение интегро-дифференциального критерия оценки освоения компонентов компетенций / Е.Л. Кон, В.И. Фрейман, А.А. Южаков // Образование и наука. – 2013. – № 6. – С. 47-63.
- 59.Кон, Е.Л. Разработка подходов к формализованному описанию контроле-пригодной компонентной структуры дисциплинарной компетенции / Е. Л. Кон, В. И. Фрейман, А. А. Южаков // Образование и наука. – 2015. – №4. – С. 52-68.
- 60.Кон, Е.Л. Реализация алгоритмов дешифрации результатов безусловного и условного поиска при проверке уровня освоения элементов дисциплинарных компетенций / Е.Л. Кон, В.И. Фрейман, А.А. Южаков // Образование и наука. – 2013. – № 10. – С. 17-36.
- 61.Коняхина, И.В. Компетентностный подход в высшем профессиональном образовании (теоретический аспект) / И.В. Коняхина // Вестник Томского государственного педагогического университета. – 2012. – № 11 (126). – С. 68-71.
- 62.Кузнецова, Е.М. Методика разработки паспорта и программы формирования компетенции как основы компетентностно-ориентированного образовательного процесса / Е.М. Кузнецова, Л.В. Михалева // Язык и культура. – 2011. – № 3 (15). – С. 117-124.
- 63.Купер, А. Об интерфейсе. Основы проектирования взаимодействия / А. Купер, Р. Рейман, Д. Кронин. – СПб.: «Символ-Плюс». – 2009. – 688 с.

- 64.Лагерев, А.В. Компетентностный подход и ФГОС третьего поколения / А.В. Лагерев, В.И. Попков, О.А. Горленко // Инженерное образование. – 2012. – № 11 . – С. 36-41.
- 65.Линдсей, П. Переработка информации у человека (введение в психологию) / П. Линдсей, Д. Норман. – М.: Мир, 1974. – 550 с.
- 66.Логиновский, О.В. Корпоративная информационная система крупного вуза как эффективный инструмент повышения качества управления / О.В. Логиновский, М.И. Нестеров, А.Л. Шестаков // Известия высших учебных заведений. Уральский регион. – 2013. – № 1. – С. 40-52.
- 67.Логиновский, О.В. Применение методов архитектурного подхода в развитии информационной системы крупного вуза / О.В. Логиновский, М.И. Нестеров, А.Л. Шестаков // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2013. – №4. – С. 150-153.
- 68.Макки, А. Введение в .NET 4.0 и Visual Studio 2010 для профессионалов / А. Макки. – М.: «Вильямс». – 2010. – 416 с.
- 69.Макмен, А. Альманах программиста. Том 1. Microsoft ADO.NET, MicrosoftSQL Server. Доступ к данным из приложений / А. Макмен, К. Брукс, С. Басби. – М.: «Русская редакция». – 2003. – 400 с.
- 70.Мандел, Т. Разработка пользовательского интерфейса / Т. Мандел. – М.: «ДМК Пресс». – 2001. – 416 с.
- 71.Маркус, Г. ATDD-разработка программного обеспечения через приемочные тесты / Г. Маркус. – М.: «ДМК Пресс». – 2016. – 232 с.
- 72.Мартин, Р. Принципы, паттерны и методики гибкой разработки на языке С# / Р. Мартин, М. Мартин. – СПб.: «Символ-Плюс». – 2011. – 768 с.
- 73.Мединцева, И. П. Компетентностный подход в образовании / И.П. Мединцева // Педагогическое мастерство: материалы II Междунар. науч. конф. – М.: Буки-Веди. – 2012. URL <https://moluch.ru/conf/ped/archive/65/3148/> (дата обращения: 09.08.2018).

74. Михайлова, Н.С. Формирование фонда оценочных средств: методические указания по проектированию ООП для преподавателей ТПУ / Н.С. Михайлова, Е.А. Муратова, О.М. Солодовникова // Томск: изд-во Томского политехнического университета. – 2013. – 73 с.
75. Мицель, А.А. Анализ корреляции дисциплин учебного плана / А.А. Мицель, Н.В. Черняева // Инженерное образование. – 2016. – № 19. – С. 62-68.
76. Мицель, А.А. Междисциплинарные связи учебного плана на основе коэффициентов ранговой корреляции Спирмена / А.А. Мицель, Н.В. Черняева // Качество. Инновации. Образование. – 2016. – № 11 (138). – С. 12-18.
77. Мицель, А.А. Методы тестирования знаний на основе применения аппарата нейронной сети / А.А. Мицель, А.А. Погуда, К.А. Семенов, А.Е. Утешева // Открытое образование. – 2013. – № 2. – С. 34-41.
78. Нейгел, К. C# 4.0 и платформа .NET 4 для профессионалов / К. Нейгел, Б. Ивсен, Д. Глинн, К. Уотсон. – М.: «Вильямс». – 2011. – 1440 с.
79. Неустроев, Г.Н. Умения и навыки студентов как основа профессионального мастерства специалиста / Г.Н. Неустроев // Вестник Челябинского государственного университета. – 2001. – Т. 5. – № 1. – С. 100-109.
80. Новиков, А.М. Процесс и методы формирования трудовых умений: профпедагогика / А.М. Новиков. – М.: Высшая школа. – 1986. – 288 с.
81. Новиков, Д.А. Закономерности итеративного научения / Д.А. Новиков. – М.: Институт проблем управления РАН. – 1998. – 77 с.
82. Овчинников, А.А. Автоматизированная система оценки уровня сформированности заявленных компетенций студента технического вуза / А.А. Овчинников, М.Б. Гитман // Вестник Ижевского государственного технического университета имени М.Т. Калашникова. – 2016. – № 1. – С. 65-68.
83. Овчинников, А.А. Алгоритм создания автоматизированной информационной системы оценивания уровня сформированности компетенций студента вуза / А.А. Овчинников, М.Б. Гитман, Е.К. Гитман // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018. – №3. – С. 299-303.

84. Овчинников, А.А. К вопросу об оценивании уровня сформированности компетенции студента технического вуза / А.А. Овчинников // В мире научных открытий. – 2015. – № 10.1. – С. 393-403.
85. Овчинников, А.А. Модель накопления усвоенных знаний и приобретенных компетенций на основе кривых научения / А.А. Овчинников // Современные наукоемкие технологии. – 2017. – № 5. – С. 50-53.
86. Овчинников, А.А. Применение алгоритма корректирующих действий для повышения качества образовательных программ подготовки студентов с использованием негэнтропийного подхода / А.А. Овчинников // Перспективы науки. – 2018. – № 6. – С. 34-37.
87. Ошероув, Р. Искусство автономного тестирования с примерами на С# 2-е издание / Р. Ошероув. – М.: «ДМК Пресс». – 2014. – 360 с.
88. Перегудов, Ф.И. Введение в системный анализ. / Ф.И. Перегудов, Ф.М. Тарасенко. – М.: Высшая школа. – 1989. – 367 с.
89. Петров, В.Ю. Критерии оценки качества подготовки кадров высшей квалификации / В.Ю. Петров, В.Ю. Столбов, М.Б. Гитман // Высшее образование в России. – 2008. – №8. – С. 13-19.
90. Похолков, Ю.П. Качество подготовки инженерных кадров глазами академического сообщества / Ю.П. Похолков // Инженерное образование. – 2014. – № 15. – С. 18-25.
91. Похолков, Ю.П. Подготовка инженерных кадров, востребованных на рынке труда / Ю.П. Похолков, С.И. Герасимов // Транспортная стратегия - XXI век. – 2016. – № 33. – С. 68-69.
92. Похолков, Ю.П. Применение практико-ориентированных образовательных технологий при подготовке инженерных кадров / Ю.П. Похолков, С.В. Рожкова, К.К. Толкачева // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16. – № 16. – С. 56-59.
93. Похолков, Ю.П. Уровень подготовки современных инженеров и пути формирования их компетенций в процессе обучения в университете / Ю.П. По-

- холков, С.В. Рожкова, К.К. Толкачева // Новые задачи инженерного образования для нефтегазохимического комплекса в условиях членства России в ВТО. – 2012. – С. 60-65.
94. Рабаданова, А. А. Знания, умения и навыки как источники самостоятельной познавательной деятельности студентов / А.А. Рабаданова // Воспитание и обучение: теория, методика и практика : материалы VIII Междунар. науч.–практ. конф. (Чебоксары, 6 нояб. 2016 г.) / редкол.: О. Н. Широков [и др.]. — Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс». – 2016. – С. 19-21. — ISBN 978-5-9908673-7-6.
95. Резник, С. Основы Windows Communication Foundation для .NET Framework 3.5 / С. Резник, Р. Крейн, К. Боуэн. – М.: «ДМК Пресс». – 2008. – 482 с.
96. Рихтер, Д. CLR via C#. Программирование на платформе Microsoft.NET Framework 4.0 на языке C#. 3-е издание / Д. Рихтер. – СПб.: «Питер». – 2012. – 928 с.
97. Сахил, М. Microsoft ADO.NET 2.0 для профессионалов / М. Сахил. – М.: «Вильямс». – 2006. – 560 с.
98. Селезнева, Н.А. Проблема реализации компетентностного подхода к результатам образования / Н.А. Селезнева // Высшее образование в России. – 2009. – №8. – С. 3-9.
99. Сенашенко, В.С. Компетентностный подход в высшем образовании: миф и реальность / В.С. Сенашенко, Т.Б. Медникова // Прикладные исследования и разработки Высшее образование в России. – 2014. – № 5. – С. 34-45.
100. Сеппа, Д. Программирование на Microsoft ADO.NET 2.0. Мастер-класс / Д. Сеппа. – М.: «Русская редакции». – 2006. – 785 с.
101. Симан, М. Внедрение зависимостей в .NET / М.Симан. – СПб.: «Питер». – 2013. – 464 с.
102. Скит, Д. C#. Программирование для профессионалов / Д. Скит. – М.: «Вильямс». – 2011. – 544 с.
103. Собко, А.Ю. О возможности использования технологии кейс-обучения в процессе профессиональной подготовки курсантов военных вузов /

- А.Ю. Собко, Е.К. Гитман // В мире научных открытий. – 2011. – Т. 14. – № 2.1. – С. 338-343.
104. Солодова, Е.А. Новые модели в системе образования / Е.А. Солодова. – М.: Книжный дом. – 2012. – 344 с.
105. Софронова, Е.И. Рекомендации по проектированию и использованию оценочных средств при реализации основной образовательной программы высшего профессионального образования (ООП ВПО) нового поколения / Е.И. Софронова. – М.: РГГУ. – 2013. – 732 с.
106. Столбов, В.Ю. Критериальная модель оценки качества системы подготовки аспирантов с учетом уровня сформированности их профессиональных компетенций / В.Ю. Столбов, М.Б. Гитман, Н.У. Венсовский, С.И. Пахомов // Регионология. – 2011. – №3. – С. 181-186.
107. Столбова, И.Д. Инструментарий оценивания результатов образования при компетентностном подходе / И.Д. Столбова, А.Н. Данилов // Стандарты и мониторинг образования. – 2012. – № 4. – С. 24-30.
108. Субетто, А.И. Квалитология образования (основание и синтез) / А.И. Субетто. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов. – 2000. – 220 с.
109. Тепляков, С.В. Паттерны проектирования на платформе .NET / С.В. Тепляков. – СПб.: «Питер». – 2016. – 320 с.
110. Тидвелл, Д. Разработка пользовательских интерфейсов / Д. Тидвелл. – СПб.: «Питер». – 2011. – 480 с.
111. Торрес, Р. Практическое руководство по проектированию и разработке пользовательского интерфейса / Р. Торрес. – М.: «Вильямс». – 2002. – 400 с.
112. Уорсли, Д. PostgreSQL. Для профессионалов / Д. Уорсли, Д. Дрейк. – СПб.: «Питер». – 2003. – 496 с.
113. Федотова, А.Д. Проектирование основных образовательных программ: компетентностная модель выпускника / А.Д. Федотова // Мир науки, культуры, образования. – 2013. – № 4 (41). – С. 79-82.

114. Фрейман, В.И. Применение методов и процедур технической диагностики для контроля и оценки результатов обучения, заданных в компетентностном формате / В.И. Фрейман // Известия Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ». – 2014. – № 6. – С. 79-85.
115. Фрейман, В.И. Разработка методики контролепригодного проектирования компонентной структуры дисциплинарной компетенции / В. И. Фрейман // Образование и наука. – 2014. – № 10. – С. 31-46.
116. Фридман, М.Ф. Проблемы реализации государственной политики в области модернизации профессионального образования в учреждениях профессионального образования / М.Ф. Фридман // Стандарты и мониторинг в образовании. – 2011. – №4. – С. 29-31.
117. Фримен, А. ASP.NET MVC 4 с примерами на C# 5.0 для профессионалов, 4-е издание / А. Фримен. – М.: «Вильямс». – 2013. – 688 с.
118. Хакен, Г. Информация и самоорганизация. Макроскопический подход к сложным системам. Изд. 2-е, доп. / Г. Хакен. – М.: КомКнига. – 2005. – 248 с.
119. Харитонов, В.А. Алгоритмические основы автоматизированного управления уровнем профессиональной подготовки бакалавров / В.А. Харитонов, А.Н. Данилов, А.Ю. Букалова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математическое моделирование и программирование. – 2013. – Т. 6. – № 4. – С. 108-115.
120. Харитонов, В.А. Исследование эффективности инновационных технологий управления уровне профессиональной подготовки студентов методом имитационных деловых игр / В.А. Харитонов, А.Н. Данилов, А.Ю. Букалова // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5. – 53 с.
121. Харламов, И.Ф. Педагогика. 2-е издание, переработанное и дополненное / И.Ф. Харламов. – М.: «Высшая школа». – 1990. – 576 с.

122. Ховланд, К. Научение и сохранение заученного у человека / К. Ховланд // Экспериментальная психология / под ред. С.С. Стивенса. – М.: ИЛ. – 1963. – Т. II. – С. 124-223.
123. Цвалина, К. Инфраструктура программных проектов. Соглашения, идиомы и шаблоны для многократно используемых библиотек .NET / К. Цвалина, Б. Абрамс. – М.: «Вильямс». – 2010. – 416 с.
124. Шамсутдинова, Т.М. Формирование профессиональных компетенций студентов в контексте информатизации высшего образования / Т.М. Шамсутдинова // Открытое образование. – 2013. – №6. – С. 26-44.
125. Beck, K. Test-Driven Development: By Example / K. Beck // «Addison-Wesley». New York. – 2002. – 216 p.
126. Guthrie, E.R. The psychology of learning. / E.R. Gurthrie // New York and London: Harper and Broth. Pub. – 1935. – 258 p.
127. Ibrar, A. PostgreSQL Developer's Guide / A. Ibrar, A. Fayyaz, A. Shahzad // «Packt Publishing». Birmingham UK. – 2015. – 270 p.
128. Kaur, M. PostgreSQL Development Essentials / M. Kaur, B. Shaik // «Packt Publishing». Birmingham UK. – 2016. – 210 p.
129. Kuate, P.H. NHibernate in Action / P.H. Kuate, C. Bauer, G. King, T. Harris // «Manning Publications». New York. – 2009. – 400 p.
130. Maymala, J. PostgreSQL for Data Architects / J. Maymala // «Packt Publishing». Birmingham UK. – 2015. – 272 p.
131. Peres, R. NHibernate Succinctly / R. Peres // Copyright © 2014 by Syncfusion, Inc. 2501 Aerial Center Parkway Suite 200 Morrisville, NC 27560 USA. – 2014. – 182 p.
132. Perkins, B. Working with NHibernate 3 / B. Perkins // Copyright © 2011 by Wiley Publishing, Inc., Indianapolis, Indiana. – 2011. – 230 p.
133. Schenker, G.N. NHibernate 3 Beginner's Guide / G.N. Schenker, A. Cure // «Packt Publishing». Birmingham. – 2011. – 368 p.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Пермский национальный исследовательский
политехнический университет» (ПНИПУ)**



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
Н.В. Лобов

« 19 » 12 2016 г.

АКТ

**о внедрении результатов кандидатской диссертационной работы
аспиранта кафедры «Вычислительная математика и механика»
А.А. Овчинникова на тему «Математическое и программное обеспечение
системы оценивания результатов образования в вузе»
в систему управления учебным процессом**

В период 2013 – 2015 гг. в рамках мероприятия 1.1. программы развития ПНИПУ как национального исследовательского университета на 2009 – 2018 г.г. осуществлялись работы по совершенствованию системы управления учебным процессом, в том числе по разработке и внедрению университетской системы контроля уровня сформированности компетенций студентов в соответствии с ФГОС ВО (внутривузовский грант на 2013 – 2015 гг.). Основной целью разработки являлось методическое и информационное обеспечение системы контроля качества подготовки студентов на всех этапах освоения образовательных программ, реализуемых в университете.

В диссертационной работе А.А. Овчинникова (научный руководитель – М.Б. Гитман, д.ф.-м.н., профессор Пермского национального исследовательского политехнического университета), предлагается методика комплексного оценивания уровня сформированности заявленных компетенций студентов и выпускников вуза на основе использования кривых научения, а также ее программная реализация в виде прототипа информационной системы оценивания результатов образования в университете.

В рамках данной методики разработаны общие методические рекомендации по проектированию фондов оценочных средств учебных дисциплин и практических разделов образовательных программ вуза, позволяющие оценить компоненты (знать, уметь, владеть) заявленных компетенций при рубежном и промежуточном контроле, а также осуществлять агрегирование частных оценок при комплексном оценивании уровня сформированности компетенций студентов на основных этапах освоения учебного материала и контроля результатов образования при итоговой государственной аттестации.

Для автоматизации процессов оценивания результатов образования было разработано информационное обеспечение, позволяющее в рамках единой информационно-аналитической системы университета в автоматизированном режиме получать необходимую информацию об уровне сформированности отдельных компонентов и частей компетенций при промежуточной аттестации студентов, а также получать комплексную оценку компетенций и групп компетенций на основных этапах реализации образовательных программ вуза.

Внедрение результатов работы А.А. Овчинникова в систему управления учебным процессом университета позволяет:

- более точно оценивать уровень сформированности компетенций за счет учета особенностей содержания различных учебных дисциплин и практических разделов образовательной программы, участвующих в формировании отдельных компетенций;
- оценивать уровень сформированности каждой дисциплинарной части компетенции и ее вклад в комплексную оценку отдельной заявленной компетенции;
- оценивать уровень подготовки студентов по отдельным разделам образовательной программы в процессе обучения в вузе путем комплексного оценивания набора соответствующих компетенций;
- повысить уровень автоматизации процесса оценивания уровня сформированности как каждой отдельно взятой компетенции на всех этапах ее формирования, так и уровень подготовки студентов и выпускников вуза в целом на различных этапах реализации основных образовательных программ.

Результаты исследований внедрены в учебный процесс подготовки студентов по направлению 27.04.04 – Управление в технических системах. В рамках магистерской программы – Информационные технологии в управлении производственными процессами, реализуемой на кафедре «Автоматика и телемеханика», полученные результаты использовались при чтении дисциплин: «Управление проектами» и «Управление в условиях неопределенности», а также при выполнении научно-исследовательской работы студентов и проведении научно-исследовательского семинара. С использованием разработанного прототипа проведено исследование уровня сформированности компетенций студента на всех этапах реализации образовательной программы.

Начальник управления образовательных программ,
канд. техн. наук, доцент

/Д.С. Репецкий/

Зав. кафедрой «Автоматика и телемеханика»,
докт. техн. наук, профессор

/А.А. Южаков/

Приложение 3 – Акт внедрения результатов диссертационной работы в ООО «ПроИнфоСервис»

ООО «ПроИнфоСервис»

Тимирязева ул., д. 24а, Пермь, 614007

Тел. (342) 238-53-00, 238-53-80

ОГРН 1095904005097, ИНН 5904206332, КПП 590401001

АКТ

**о внедрении результатов кандидатской диссертационной работы Овчинникова
Александра Андреевича на тему
«Математическое и программное обеспечение системы оценивания результатов
образования в вузе с учётом нелинейности процесса усвоения учебной информации»
в состав информационной системы КИС «Университет»**

В связи со сменой подходов к обучению в высшей школе федеральными государственными образовательными стандартами устанавливается направленность результатов освоения каждого подраздела образовательной программы на достижение конкретных конечных результатов обучения, формулируемых в форме компетенций. Осуществляется эволюционный переход от «знаниевой» парадигмы к «компетентностной», которая требует существенных изменений, как методов управления образовательной деятельностью, так и системы оценивания результатов образования студента в своём последовательном развитии на всех этапах освоения образовательной программы.

Работа Александра Овчинникова посвящена созданию системы, которая дает возможность оценивания компетентности будущего специалиста в любой момент времени в форме определения уровней сформированности заявленных компетенций. В работе описаны модели усвоения информации с учётом нелинейности процесса обучения, методика комплексного оценивания и алгоритм расчёта уровней сформированности компетенций.

С учетом описанной ситуацией на рынке, работу А.А.Овчинникова можно отнести к наиболее востребованным и перспективным на текущий момент с точки зрения научной, практической и коммерческой составляющих.

Внедрение результатов работы А.А. Овчинникова в состав КИС «Университет» позволяет:

1. Получить конкурентное преимущество нашего продукта на рынке систем автоматизации деятельности вузов;
2. Автоматизировать новую для Российской Федерации методику, позволяющую отслеживать формирование компетенций студентов в ходе всего процесса обучения;
3. Использовать программное решение совместно с существующими системами вузов, что повышает его привлекательность для заказчиков.

Таким образом, результаты исследований А.А. Овчинникова внедрены в КИС «Университет» в качестве дополнительного модуля, также проведены работы по интеграции с существующими модулями.

Директор ООО «ПроИнфоСервис»



А.В. Шлыков

Приложение 4 – Акт внедрения результатов диссертационной работы в ООО «АйТи Парма»



ООО «АйТи Парма»
115114, г. Москва,
ул. Кожевническая, д. 7, стр. 1
Тел. +7 (495) 134 40 95

E-mail: info@itparma.ru
ОКПО 01287274,
ОГРН 1167746293725
ИНН/КПП 7708286198/770501001

20.10.2017 № 20-10-675-ОПА.17

АКТ

о внедрении результатов кандидатской диссертационной работы Александра Андреевича Овчинникова на тему «Математическое и программное обеспечение системы оценивания результатов образования в вузе с учётом нелинейности процесса усвоения учебной информации» в процесс контроля формирования профессиональных компетенций сотрудников

Переход высшей школы к компетентному подходу в образовании показал острую необходимость в возможности отслеживать и оценивать уровень сформированности компетенций студентов на любом этапе освоения основной профессиональной образовательной программы. Стоит отметить, что данный подход применим не только к контролю формирования компетенций студентов, но и к отслеживанию формирования профессиональных компетенций сотрудников в их последовательном развитии.

Работа А.А. Овчинникова посвящена созданию методики построения комплексной оценки сформированности заявленных компетенций, а также созданию прототипа автоматизированной информационной системы оценивания результатов образования, общая концепция которой может быть использована для построения собственной системы автоматизации контроля формирования профессиональных компетенций сотрудников.

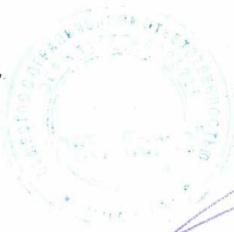
С учетом необходимости качественных инструментов контроля профессионального развития кадров, обеспечивающих конкурентоспособность предприятия на рынке, работу А.А. Овчинникова можно отнести к наиболее востребованным и перспективным на текущий момент с точки зрения научной, практической и коммерческой составляющих.

Внедрение результатов работы А.А. Овчинникова в процесс управления развитием персонала позволяет:

1. Отслеживать процесс формирования компетенций сотрудников, проходящих различные этапы внутрикорпоративного обучения;
2. Применять новый для Российской Федерации подход к оцениванию профессиональных качеств молодых сотрудников;
3. Формулировать рекомендации, позволяющие повысить качество подготовки компетентных специалистов в интересующих направлениях.

Таким образом, разработанная А.А. Овчинниковым методика комплексного оценивания результатов образования в рамках компетентного подхода внедрена в процесс контроля профессионального развития сотрудников ООО «АйТи Парма».

Кандидат экономических наук,
Генеральный директор



Е.Б. Овчаров