

*На правах рукописи*



**БАЖЕНОВА Ирина Васильевна**

**МЕТОДИКА ПРОЕКТИВНО-РЕКУРСИВНОГО ОБУЧЕНИЯ  
ПРОГРАММИРОВАНИЮ  
СТУДЕНТОВ МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ**

13.00.02 – Теория и методика обучения и воспитания  
(информатика, уровень профессионального образования)

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание учёной степени  
кандидата педагогических наук

Красноярск – 2015

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева»

**Научный руководитель:** доктор педагогических наук, профессор  
*Пак Николай Инсерович*

**Официальные оппоненты:** *Лапчик Михаил Павлович*  
доктор педагогических наук, профессор,  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Омский государственный педагогический университет», кафедра информатики и методики обучения информатике, заведующий кафедрой

*Буторин Денис Николаевич*  
кандидат педагогических наук,  
Краевое государственное автономное профессиональное образовательное учреждение «Ачинский техникум нефти и газа», руководитель Ресурсного центра ИКТ

**Ведущая организация:** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уральский государственный педагогический университет»

Защита диссертации состоится 18 июня 2015 г. в 10<sup>00</sup> часов на заседании диссертационного совета Д 212.099.16 при Сибирском федеральном университете по адресу: 660074, г. Красноярск, ул. Академика Киренского, 26 Б, ауд. УЛК 115.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте Сибирского федерального университета по адресу: <http://www.sfu-kras.ru>.

Автореферат разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета



Кочеткова Татьяна Олеговна

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность исследования.** В настоящее время перед высшей школой стоит задача эффективной, практико-ориентированной и системной подготовки социально и профессионально адаптированных, конкурентоспособных выпускников. Базовый курс программирования традиционно включается в учебные планы подготовки бакалавров математических направлений. С введением новых Федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО), ориентированных на компетентностную модель подготовки и оценивания результатов обучения выпускников вуза, значимость данного курса повышается в силу того, что он способствует формированию у них профессиональных и общекультурных компетенций. Так, в ФГОС ВПО по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика указана «способность к разработке и применению алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения» как базовый структурный элемент компетентностной модели выпускника (ОПК-3, ПК-7). Программирование, как системная интеллектуальная деятельность, оказывает существенное влияние на развитие когнитивных способностей обучаемых, в том числе алгоритмического и системного мышления. А.П. Ершов указывал на такие качества программиста, как «способность планировать собственные действия, выработать общие правила и способ их применения к конкретной ситуации».

Вопросы теории и практики обучения программированию в школьном и вузовском образовании были поставлены в трудах многих видных отечественных и зарубежных ученых (А.П. Ершов, С. Пейперт, Э. Соловей, Л.А. Робертсон, В.М. Монахов, А.А. Кузнецов, А.Г. Гейн, И.Г. Семакин, Ю.А. Первин, Г.А. Звенигородский, Н.Д. Угринович, М.В. Швецкий, В.Е. Жужжалов, А.Р. Есян и др.). Ряд исследований и учебных пособий посвящены методике обучения программированию студентов-математиков (А.Г. Кушниренко, Г.В. Лебедев, С.С. Лавров, И.А. Кудрявцева, А.Е. Люлькин, С.А. Григорьев, О.В. Смирнова, А.Н. Салангина и др.) Тем не менее, следует отметить, что основное внимание в них уделено содержанию обучения – отбору специфических математико-ориентированных задач, что, несомненно, имеет практическую ценность, но недостаточно для полноценной методической системы обучения программированию в условиях смены парадигмы высшего образования, реализации новых ФГОС ВПО и профессиональных стандартов. Эффективная и продуктивная методика в любой предметной области, позволяющая повысить качество обучения, должна учитывать изменения, происходящие в самих обучающихся. Современное поколение школьников и студентов сейчас принято называть «сетевым» или «цифровым» поколением. Для него характерны использование цифровых технологий с самого детства, постоянный доступ в Интернет с помощью компьютеров и мобильных устройств и так называемое «клиповое» мышление, под которым понимается фрагментарность восприятия и обработки информации, что приводит к ухудшению способности обучающихся к обобщению и систематизации. В этой связи необходимо пересмотреть методы и средства обучения программированию. Следует ожидать дидактического эффекта от удачных сочетаний традиционных технологий обучения с инновационными, способствующими развитию определённых

стилей мышления, умению и желанию учиться самостоятельно и в течение всей жизни.

Таким образом, в процессе исследования проблемной области были выявлены следующие **противоречия**:

– на социально-педагогическом уровне: между требованиями современного общества, выраженными в ФГОС ВПО, профессиональных стандартах, к выпускникам математических направлений подготовки, обладающих сформированными компетенциями в области программирования, развитыми когнитивными способностями и неготовностью традиционных методических систем обучения программированию обеспечить эти требования;

– на научно-педагогическом уровне: между необходимостью обновления методов и средств обучения программированию, учитывающих личностный потенциал и индивидуальные ментальные характеристики каждого студента и недостаточной теоретической базой исследований в этой области;

– на научно-методическом уровне: между возможностью повысить эффективность подготовки студентов в области программирования, развить их алгоритмическое и системное мышление за счет потенциала инновационных технологий и отсутствием подобных методик обучения программированию, соответствующих новым ФГОС ВПО.

Перечисленные противоречия определяют **проблему исследования**: какой должна быть методика обучения программированию студентов-математиков, направленная на достижение требуемых результатов обучения в условиях реализации ФГОС ВПО.

**Объект исследования** – процесс обучения программированию студентов математических направлений подготовки.

**Предмет исследования** – методика обучения программированию студентов-первокурсников математических направлений подготовки на основе проективно-рекурсивной стратегии.

**Цель исследования**: теоретически обосновать, разработать и экспериментально проверить методику проективно-рекурсивного обучения программированию студентов математических направлений подготовки, направленную на достижение соответствующих ФГОС ВПО результатов обучения.

Постановка и анализ проблемы исследования, указанные объект, предмет и цель исследования позволяют сформулировать **гипотезу исследования**: планируемые в соответствии с требованиями ФГОС ВПО результаты обучения программированию студентов математических направлений подготовки будут достигнуты, если применить методику на основе обновления следующих компонентов:

– целевой компонент определяется путем переориентации курса в средство достижения планируемых результатов обучения на трех уровнях: дисциплинарном, профессиональном и метадисциплинарном;

– содержательный компонент формируется на основе разноуровневых учебных элементов;

– технологический компонент содержит традиционные и когнитивные средства и методы, нацеленные на: а) смещение представления учебной информации от текстовой к образной форме за счет визуализации; б) вовлечение студентов в

разработку электронного курса программирования в среде LMS Moodle, программных продуктов для проектов межвузовской кооперации, IT-бизнеса, исследовательских проектов учебной практики; в) разработку и применение информационных ресурсов ментального типа (ментальные карты, концептуальные карты) как средств обучения и средств диагностики и контроля результатов обучения программированию;

– результативно-оценочный компонент содержит комплекс измерителей уровней алгоритмического и системного мышления, критериальных и порядковых оценок качества программных продуктов, оценок дисциплинарных, профессиональных и метадисциплинарных результатов обучения.

Для достижения поставленной цели и проверки сформулированной гипотезы исследования определим следующие **задачи**:

1. Выявить методические особенности, принципы и требования к процессу обучения программированию студентов математических направлений подготовки в современных условиях.

2. Обосновать проективно-рекурсивную стратегию и использование когнитивных технологий в обучении студентов программированию.

3. Уточнить понятия «алгоритмическое мышление», «системное мышление» и разработать модель результатов обучения программированию с позиций когнитивного подхода.

4. Создать структурно-логическую и процессуальную модели проективно-рекурсивного обучения программированию будущих бакалавров-математиков.

5. Разработать методику обучения программированию на основе проективно-рекурсивной стратегии обучения и использования когнитивных технологий.

6. Провести педагогический эксперимент по апробации разработанной методики в реальном учебном процессе и оценить её эффективность.

#### **Теоретико-методологические основы исследования:**

– концепция деятельностного подхода (Л.С. Выготский, А.Р. Лурия, А.Н. Леонтьев, П.Я. Гальперин, Д.Б. Эльконин, В.В. Давыдов, Л.В. Занков и др.);

– концепция системного подхода (Б.Г. Ананьев, Б.Ф. Ломов, Ю.К. Бабанский, П.И. Пидкасистый, А.Г. Асмолов, В.В. Краевский, И.Я. Лернер, Г.П. Щедровицкий, В.П. Беспалько, З.А. Решетова и др.);

– концепция компетентностного подхода (И.А. Зимняя, В.И. Байденко, Ю.Г. Татур, А.В. Хуторской, А.А. Вербицкий, А.П. Тряпицина, В.В. Сериков, Л.В. Шкерина и др.);

– концепция проективной стратегии в обучении (Н.И. Пак, Г.Л. Ильин, В.С. Безрукова, И.А. Колесникова, И.В. Богомаз и др.);

– фундаментальные труды и научные исследования в области когнитивной психологии (У. Найссер, Ж. Пиаже, Дж. Брунер, Дж. Андерсон, Р. Солсо, Ж.Ф. Ришар, Г.А. Саймон, А. Ньюэлл, Ф.Ч. Бартлетт, Ф. Джонсон-Лэйрд, Б.М. Величковский, Л.М. Веккер, М.А. Холодная, К.В. Анохин и др.);

– исследования в области теории и методики обучения программированию (Д. Кнут, Э. Дейкстра, Н. Вирт, Б. Страуструп, А.П. Ершов, А.Г. Гейн, А.Г. Кушниренко, М.П. Лапчик, И.Г. Семакин, Е.К. Хеннер, Н.Д. Угринович, К.Ю. Поляков, В.Е. Жужжалов, С.М. Окулов и др.).

Для проверки выдвинутой гипотезы и решения поставленных задач в процессе работы над диссертационным исследованием использовались следующие методы: *теоретические* (изучение, анализ и обобщение научной, методической, психолого-педагогической и специальной литературы в предметной области; сравнительный анализ стандартов ФГОС ВПО 3 и ФГОС ВПО 3+, учебных пособий и методических разработок по программированию; обобщение и систематизация педагогического опыта по теме исследования; моделирование и педагогическое проектирование); *эмпирические и статистические* (наблюдение, опрос, анкетирование, тестирование, педагогический эксперимент, визуализация результатов эксперимента, количественный и качественный анализ результатов).

**Организация и этапы исследования.** Экспериментальная работа по теме исследования проводилась с 2011 по 2015 годы на базе Института математики и фундаментальной информатики Сибирского федерального университета (ИМиФИ СФУ). В педагогическом эксперименте участвовали 124 студента первого курса направлений подготовки 01.03.01 Математика и 01.03.02 Прикладная математика и информатика. Этапы проведения эксперимента:

*Первый этап (2011-2012 гг.)* – концептуально-констатирующий: изучение литературы по теме исследования, анализ степени разработанности проблемы, проведение констатирующего эксперимента для выявления цели, задач, методов исследования, выдвижение гипотезы исследования.

*Второй этап (2012-2014 гг.)* – поисково-формирующий: уточнение и корректировка теоретического обоснования методики, проектирование электронного обучающего курса, проведение формирующего эксперимента.

*Третий этап (2014-2015 гг.)* – заключительный: анализ и обобщение результатов педагогического эксперимента, формулирование основных положений исследования, оформление диссертации.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

– определена модель дисциплинарных, профессиональных и междисциплинарных результатов обучения программированию студентов математических направлений подготовки в виде трёх взаимосвязанных компонентов: уровня развития алгоритмического мышления, уровня развития системного мышления, способности создавать программный продукт на изучаемом языке программирования;

– предложена интегрированная оценка результатов обучения программированию с использованием концептуальных карт;

– обоснованы принципы обновления компонентов методической системы обучения студентов программированию на основе проективно-рекурсивной стратегии и возможностей когнитивных и информационно-коммуникационных технологий, способствующие индивидуальному и профессионально-ориентированному обучению, мотивации и ответственности студентов за собственные результаты обучения и продукты учебной и проектной деятельности;

– разработана и экспериментально апробирована в реальном учебном процессе методика проективно-рекурсивного обучения программированию студентов математических направлений подготовки классических университетов, направленная на достижение запланированных результатов обучения.

### **Теоретическая значимость исследования:**

- предложены новые трактовки понятий «алгоритмическое мышление» и «системное мышление» на метауровне и предметно-профессиональном уровне с позиций когнитивного подхода;
- обоснованы и разработаны структурно-логическая и процессуальная модели обучения базовому курсу программирования студентов математических направлений подготовки на основе проективно-рекурсивной стратегии;
- определены критерии оценки уровня сформированности алгоритмического и системного мышления, а также результатов обучения студентов программированию в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и положениями компетентностного подхода.

### **Практическая значимость исследования:**

- разработан и внедрен в реальный учебный процесс электронный обучающий курс в среде Moodle «Программирование на языке C/C++» для студентов 1 курса Института математики и фундаментальной информатики СФУ;
- предложенные методические приемы и формы, разработанные визуальные средства обучения программированию могут быть использованы во вводных и базовых курсах программирования по другим направлениям подготовки бакалавров.

**Личный вклад** соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации, состоит в самостоятельной работе по исследованию проблемной области, моделированию обновленных компонентов методической системы обучения программированию, разработке и апробации в учебном процессе методики проективно-рекурсивного обучения программированию студентов-математиков, проектированию и реализации электронного обучающего курса «Программирование на C/C++», обработке данных педагогического эксперимента, подготовке публикаций по теме исследования.

### **Положения, выносимые на защиту:**

1. Обновление компонентов методической системы обучения студентов программированию с целью достижения планируемых результатов обучения и удовлетворения социальным и профессиональным требованиям к выпускникам математических направлений подготовки целесообразно осуществлять с позиций проективно-рекурсивной стратегии обучения.

2. Проективно-рекурсивные содержательный и технологический компоненты методической системы обучения студентов программированию, включающие традиционные и когнитивные средства и методы, обеспечивают:

- индивидуализацию процесса обучения;
- высокую мотивацию студентов к обучению;
- ответственность за собственные результаты обучения и продукты учебной деятельности;
- профессионально-ориентированное обучение.

3. Реализация методики проективно-рекурсивного обучения программированию студентов математических направлений подготовки, использующая информационно-коммуникационные и когнитивные технологии в реальном учебном процессе, обеспечивает достижение планируемых результатов обучения.

**Апробация результатов исследования.** Материалы и результаты исследования обсуждались на межвузовском научно-исследовательском семинаре-вебинаре «Информационные технологии и открытое образование» на базе КГПУ им. В.П. Астафьева, на научно-методических семинарах базовой кафедры вычислительных и информационных технологий СФУ, отражены в публикациях и выступлениях на международных научно-практических конференциях («Информационные ресурсы в образовании» – Нижневартовск, 2012 г.; «Современные материалы, техника и технология» – Курск, 2012 г.; «Человек, семья и общество: история и перспективы развития» – Красноярск, 2013 г.; «Решетневские чтения» – Красноярск, 2013 г., 2014 г.; «Фундаментальная информатика, информационные технологии и системы управления: реалии и перспективы. ФИТМ-2014» – Красноярск, 2014 г.), на Всероссийских конференциях с международным участием («Открытое образование: опыт, проблемы, перспективы» – Красноярск, 2011 г., «Интегрированная система профессионального образования: проблемы и пути развития» – Красноярск, 2012 г., «Информатика и информационные технологии» – Челябинск, 2013 г.). По теме исследования опубликовано 14 работ, в том числе 4 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК, и опубликованы 3 работы, выполненные студентами под руководством автора.

**Структура диссертации.** Работа состоит из введения, двух глав, заключения, библиографического списка (205 источников) и приложений.

#### ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** рассмотрена проблемная область, выявлена актуальность темы исследования, сделан анализ степени разработанности исследуемой проблемы, определены цель, объект, предмет, гипотеза и задачи исследования, перечислены теоретико-методологические основы диссертационной работы, этапы и методы исследования, раскрыты его научная новизна, теоретическая и практическая значимость, сформулированы положения, выносимые на защиту.

**Первая глава** «*Теоретические аспекты обновления методической системы обучения программированию студентов математических направлений подготовки*» посвящена результатам теоретического исследования поставленной проблемы. Необходимость учета многочисленных факторов, влияющих на процесс обучения программированию и разработку методики, требует их систематизации. В таблице 1 приведены наиболее существенные факторы.

Таблица 1

*Факторы влияния на обучение программированию студентов-математиков*

	описание фактора		характер влияния
объективные факторы	общие	Интенсивное развитие вычислительной техники и программного обеспечения	+ –
		Разнообразие технологий и платформ программирования	+ –
		Сосуществование разных парадигм программирования	+ –
		Наличие интегрированных сред разработки	+



	специфические	Сложность теории и практики программирования	–
		Математические основы программирования	+
		Пересечение тезаурусов математики и программирования	–
		Несоответствие курса программирования с математическими дисциплинами в учебных планах	–
субъективные факторы	общие ментальные характеристики	Улучшение визуального восприятия и ориентации в пространстве	+
		Способность к быстрому принятию решений	+
		Способность к сетевой коммуникации и взаимодействию	+
		«Клипное» мышление	–
		Неготовность к самостоятельной учебной деятельности	–
	специфические характеристики обучающихся	Слабая профессиональная осведомленность → низкая мотивация к обучению	–
		Разнородность студенческой группы в опыте практического программирования	–
		Неразвитые алгоритмическая культура и системное мышление у многих студентов-первокурсников	–

В таблице специфическими факторами названы те, которые имеют отношение к обучению программированию студентов-математиков, общими – характерные для процесса обучения в целом. Ряд факторов оказывает одновременно и позитивное, и негативное влияние, что отмечено символами «+» и «–». Так, интенсивное развитие вычислительной техники и программного обеспечения – важный фактор технического прогресса, но, в то же время, требует ускоренного усвоения большого объема новых знаний, необходимости учиться в течение всей жизни не только самих студентов, но и преподавателей. Отметим двойственный характер связи программирования и математики. С одной стороны, программирование, имеющее корни в математических дисциплинах, должно быть проще для понимания и усвоения студентами-математиками. С другой стороны, пересечение тезаурусов математики и программирования (например, понятия «функция», «переменная», «целое») вызывает определённые затруднения у обучающихся. Серьёзную проблему представляет недостаточная мотивация студентов к учебной деятельности, обусловленная их слабой профессиональной осведомленностью и объективной сложностью теории и практики программирования. У большинства абитуриентов очень небольшой опыт программирования. Низкие стартовые показатели первокурсников в обучении программированию во многом связаны с практическим отсутствием конкурса на математические направления подготовки. Это подтверждается результатами входного тестирования по программированию среди студентов-первокурсников ИМиФИ СФУ. Испытания, проведённые в 2012-2014 гг. показали, что 50-60% студентов, поступивших на 1 курс, не справляется с входным тестированием и имеется тенденция к увеличению этого показателя.

Таким образом, комплекс проблем, возникающий в процессе обучения программированию, требует их разрешения (в идеале) или сглаживания при разработке соответствующей методики. Анализ существующих методик обучения программированию (Ю.А. Первин, И.Р. Дединский, В.Е. Жужжалов, И.Н. Фалина, В.Ю. Нефедова, В.М. Гриняк, Е.А. Евсюкова, Н.Г. Саблукова, М.С. Орлова и др.) показал, что большинство авторов частных методик используют два подхода: 1) формальный (дедуктивный) подход, когда изложение материала происходит в строгой последовательности от формального описания конструкций программирования к программной реализации и далее к примерам использования; 2) неформальный (индуктивный) подход, суть которого в обучении на примерах готовых программ с постепенным объяснением синтаксиса и семантики программных конструкций. В контексте обучения программированию студентов-математиков необходимо сочетание обоих методических подходов. Кроме того, методики обучения должны быть выстроены на концептуально-методологической основе общедидактических подходов к обучению. В предметной области программирования целесообразно выделить: *проблемный, дифференцированный, когнитивный, конструктивно-игровой, контекстный, проективный* подходы. Интеграция нескольких подходов даст синергетический эффект для достижения результатов обучения программированию. В предлагаемой методике использован потенциал проективного и когнитивного подходов к обучению.

Концепция проективного подхода к обучению сформулирована в работах Г.Л. Ильина, Н.И. Пака, В.С. Безруковой, И.В. Богомаз. По словам Г.Л. Ильина, «центральной идеей проективного образования личности является проект – замысел решения проблемы, имеющей для его носителя жизненно-важное значение». Н.И. Пак ввёл понятие проективной образовательной системы как открытой системы, моделируемой и развивающейся в виде проекта с определёнными характеристиками и поведением в настоящем и будущем. Инициирование, моделирование и реализация такой системы предполагает проектирование и динамичное развитие всех компонентов системы с привлечением всех участников проекта: студентов, преподавателей, заказчиков (например, возможных работодателей или студентов и преподавателей других вузов). В исследованиях С.Л. Фоменко, Т.А. Султановой, О.Е. Ломакиной, П.Н. Пестрякова, С.А. Виденина, Ю.С. Баранова, С.В. Светличной рассмотрены перспективы и приведены примеры использования проективного подхода в обучении в различных предметных областях.

Анализ научно-педагогической литературы по вопросу уточнения структуры методической системы показал, что к определению методической системы как совокупности целей, содержания, методов, средств и форм обучения, данному А.М. Пышкало (вслед за ним Н.В. Кузьминой, Ю.С. Брановским, М.В. Швециком и др.) ряд исследователей добавляет результативный и оценочный компоненты (Г.И. Саранцев, В.Г. Крысько и др.), деятельностный или процессуальный компоненты (М.В. Рыжаков, Н.А. Черникова и др.). Будем рассматривать методическую систему обучения программированию, состоящую из целевого, содержательного, технологического и результативно-оценочного компонентов и сформулируем **принципы**, на основе которых возможно обновление этих компонентов с позиций проективно-рекурсивной стратегии: 1) открытость и доступность для всех

участников (включая информационный и архитектурный компоненты); 2) динамичность (гибкая архитектура, коллективное проектирование всех компонентов); 3) рекурсивность (проектирование новых элементов как самостоятельных проектов); 4) модульность (каждый модуль системы представляет собой результат научно-исследовательской проектной работы одного или нескольких участников); 5) эволюционность (поступательное и непрерывное развитие компонентов системы); 6) адаптивность (наличие обратной связи в системе, позволяющей оперативно реагировать на внешние воздействия и изменение состава и взаимоотношений участников).

В *целевом компоненте* сформулирована цель обучения программированию студентов-математиков – достижение результатов обучения, представленных на трёх уровнях: *дисциплинарном* – формирование специфических компетенций в области программирования; *профессиональном* – формирование профессиональных компетенций бакалавра-математика; *метадисциплинарном* – развитие алгоритмического и системного мышления → формирование общекультурных и общепрофессиональных компетенций.

Развитие алгоритмического и системного мышления непосредственно влияет на формирование ряда общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций. Взаимозависимо развитие специфических компетенций в области программирования и алгоритмического и системного мышления, представляя собой систему вложенных (рекурсивных) целей и одновременно планируемых результатов обучения. Реализация обучения программированию на языке C/C++ позволяет охватить две базовые парадигмы программирования: процедурную (развитие в первую очередь алгоритмического мышления) и объектно-ориентированную (развитие системного мышления).

Планируемые результаты обучения программированию определяют *содержательный компонент*, в котором традиционное решение типовых задач по программированию целесообразно дополнить следующими направлениями:

– Решение профессионально-ориентированных задач, причем с элементами опережающего обучения, т.е. задач, не только из предметных областей параллельно изучаемых математических дисциплин (математического анализа, аналитической геометрии, алгебры и др.), но и изучаемых на втором-третьем курсах.

– Создание студентами программ-тестов на знание и понимание синтаксических, семантических и прагматических особенностей языка программирования. Тесты кодируются на C/C++ (пример рекурсивности) и выступают в роли электронных средств обучения, которыми могут воспользоваться не только сокурсники, но в будущем следующее поколение студентов. Важно, что самостоятельное формулирование тестовых вопросов способствует пониманию и усвоению пройденного учебного материала.

– Вовлечение студентов в практическую работу над проектами межвузовской кооперации, реализующими сотрудничество студентов и преподавателей разнопрофильных вузов, и проектами IT-бизнеса, дающими возможность студентам сделать первые шаги в профессиональной сфере.

Сформулируем **дидактические принципы для отбора содержания** обучения программированию студентов-математиков: 1) принцип *проектности* (мо-

делирование в ходе процесса обучения условий для решения профессиональных задач путем реализации личного проекта); 2) принцип *рекурсивности* (создание и использование образовательных ресурсов самими обучающимися в учебном процессе); 3) принцип *итеративности* (возвращение к задаче на более высоком уровне сложности, с использованием нового учебного материала); 4) принцип *вариативности* (возможности выбора уровня сложности задач, последовательности выполнения и т.д.); 5) принцип *междисциплинарности* (взаимосвязь с курсами математических дисциплин).

Обоснуем целесообразность использования в обучении программированию когнитивного подхода, суть которого – в последовательном развитии мышления обучающихся на основе их ментального опыта. Изучение и анализ научной литературы по когнитивной психологии (У. Найссер, Д. Андерсон, Р. Солсо, Ж.Ф. Рихардс, Л.М. Веккер, Б.М. Величковский, М.А. Холодная и др.) показал, что базовое понятие этой науки – когнитивная схема (также называемая когнитивная структура, ментальная схема) должно быть рассмотрено в предметной области программирования. У. Найссер когнитивными («предвосхищающими» – у автора) схемами называет обобщенно-визуальные образования, возникающие как результат интеграции зрительных, слуховых и тактильно-осязательных впечатлений. Когнитивные схемы имеют сложную иерархическую структуру и образуют сети схем. От количества, разнообразия, насыщенности когнитивных схем, прочности связей между ними, зависит интеллект личности, успешность в обучении и дальнейшей профессиональной деятельности. Мы утверждаем, что обучение программированию потребует формирования у обучающихся ментальных схем следующего вида:

- *понятийные ментальные схемы* (схемы-образы и схемы-действия, например, «переменная» – схема-образ и «присваивание» – схема-действие);
- *алгоритмические ментальные схемы*, образующие иерархию схем: от схем 1-го уровня (базовые алгоритмические структуры – следование, ветвление, цикл), до схем – шаблонов (паттернов) программирования.

Наиболее важным представляется формирование схем второго вида, на их основе (ментальном опыте) возможно дальнейшее продвижение обучающегося от программиста-новичка до программиста-профессионала.

Реализовать когнитивный подход к обучению программированию возможно с помощью когнитивных технологий обучения – комплекса методов, приемов, средств, учитывающих индивидуальные ментальные характеристики и обеспечивающих интеллектуальное развитие обучающихся. Важная роль в развитии и активизации когнитивных процессов обучающихся принадлежит средствам визуализации знания, к которым относятся концептуальные и ментальные карты. Концептуальная карта (Д. Новак) предназначена для систематизации некоторого множества понятий, связанных между собой отношениями и образующих иерархию. Ментальная карта («mind map» – Т. Бьюзен) – радиальная схема, на которой изображены в виде ассоциативных связей все вопросы, касающиеся решаемой задачи или изучаемого понятия. В предметной области программирования целесообразно использовать конкретизированные и частично формализованные ментальные карты двух видов:

– обучающие *понятийные карты*, на которых представлена в графической форме учебная информация по одному изучаемому понятию;

– *алгоритмические ментальные карты*, на которых представлен алгоритм решения задачи, отображающий индивидуальный процесс решения, с возможными тупиковыми ветвями и последующим выбором корректного решения. Такие карты могут быть доведены до уровня программной реализации, т.е. стать формальным описанием алгоритма в виде дерева.

В создании ментальных и концептуальных карт может быть применена проективно-рекурсивная стратегия со следующими способами реализации: 1) ментальная карта по определенной теме создается путем обращения к ранее разработанным картам с помощью гиперссылок; 2) модернизация концептуальной карты путем встраивания нового понятия (алгоритма, раздела курса) в существующую карту; 3) объединение концептуальных и ментальных карт: концептуальная карта создается как иерархия понятий, каждое из которых будет представлено ментальной картой.

Традиционные методики программирования оценивают, главным образом, деятельностный аспект программирования – программную реализацию задачи. Несомненно, что владение навыками практического программирования должно быть одним из критериев оценивания. Тем не менее, переход высшего образования на компетентностную модель, требует нового подхода к оценке результатов образовательного процесса. В этой связи необходимо уточнить понятия «алгоритмическое мышление» и «системное мышление».

К исследованию понятия «алгоритмическое мышление» обращались как видные теоретики программирования – Д. Кнут, Э. Дейкстра, Н. Вирт, А.П. Ершов, так и современные исследователи – И.Н. Слинкина, А.И. Газейкина, Т.Н. Лебедева, G. Futschek, W. Brown, S. Cooper, W. Dann, R. Pausch. Определение понятия «системное мышление» дано в работах И.Б. Новика, Э.Г. Юдина, З.А. Решетовой, Ю.В. Федосеевой, Л.И. Шрагиной и др. Проведя анализ достаточно большого количества информационных источников, мы приходим к необходимости дать определение этих понятий на двух уровнях: метауровне и предметно-профессиональном уровне.

**Алгоритмическое мышление на метауровне** – это способность выразить процесс решения задачи в виде конечной последовательности элементарных (базовых) действий на естественном, формальном или графическом языке с анализом разных наборов входных данных и вариантов развития событий. **Алгоритмическое мышление на предметно-профессиональном уровне** – способность понимать, применять, оценивать, оптимизировать и создавать алгоритмы в виде модульно-структурированной формализованной корректной последовательности базовых алгоритмических структур.

Определение **системного мышления на метауровне** дадим, выделяя его следующие показатели: 1) задействование в мыслительной деятельности всех базовых операций: анализа, синтеза, сравнения, обобщения, абстракции; 2) умение соотносить целое и части; 3) понимание причинно-следственных связей и обратной связи; 4) способность изменить систему координат (точку зрения), в которой рассматривается данное множество (система); 5) умение структурировать систему:

выделить и классифицировать подсистемы; б) способность к контекстному рассмотрению системы.

Совершенно очевидно, что перечисленные характеристики системного мышления, также как владение алгоритмическим мышлением на предметно-профессиональном уровне, относятся к специфическому стилю мышления как программиста, так и математика. Принимая во внимание этот факт, делаем вывод, что при разработке методики обучения программированию студентов-математиков уместно перенести акцент на развитие этих стилей мышления и соотнести их с критериями результатов обучения программированию. В официальных документах Болонского процесса результаты обучения определяются как наборы компетенций, выражающих, что именно студент будет знать, понимать и способен делать после завершения процесса обучения. Мы предлагаем следующую модель:

**Результаты обучения программированию** должны быть выражены в достижении следующих интегративных показателей: 1) *уровня развития алгоритмического мышления*; 2) *уровня развития системного мышления*; 3) *способности создавать программные продукты на изучаемом языке программирования на основе приобретённых знаний, понимания и умений*.

Данные показатели представляются комплексом индикаторов.

*Индикаторы уровня развития алгоритмического мышления*: 1) способность анализировать и специфицировать множество входных и выходных данных задачи; 2) способность представить решение задачи через элементарные действия, включающие базовые алгоритмические структуры; 3) способность выполнить функциональную декомпозицию задачи; 4) способность анализировать и учитывать различные сценарии выполнения алгоритма; 5) способность оценить эффективность алгоритма; 6) способность оптимизировать, улучшить алгоритм.

При этом соответствующие *критерии оценивания* определены как а) начальный: наличие индикаторов 1), 2); б) средний: наличие индикаторов 1) – 4); в) высокий: наличие индикаторов 1) – 6).

Выделение *индикаторов уровня развития системного мышления* позволяет дать определение **системного мышления на предметно-профессиональном уровне**: 1) способность анализировать и моделировать предметную область задачи; 2) способность эффективно организовать данные; 3) способность структурировать алгоритм и программное решение задачи; 4) способность выделить факторы, влияющие на состояние отдельного объекта и всей системы; 5) способность адаптировать решение к другой проблемной области; 6) способность интегрировать разработанный алгоритм и программное решение с другими разработками; 7) способность объяснить алгоритм и программное решение другим людям на соответствующем уровне; 8) способность к интеграции математического знания и теории и практики программирования.

Для оценивания уровня развития системного мышления возможно применить таксономию результатов обучения SOLO (Структура наблюдаемых результатов обучения) Биггса и Коллиса, классифицирующую 5 качественно различных уровней мышления. Мы предлагаем выделить 4 уровня мышления и применить указанную таксономию к построению студентами концептуальных карт. *Одно-*

*структурный уровень* характеризуется тем, что студент может построить ментальные понятийные карты по отдельным понятиям из предложенного списка; *многоструктурный уровень*: по всем понятиям представлена достаточно полная информация, приведены примеры использования. На *реляционном уровне* на концептуальной карте присутствуют связи между понятиями, показывающие, как данное понятие используется при определении другого. *Расширительно-абстрактный уровень* построения концептуальной карты: в данном списке понятий студент видит систему – когнитивную схему высшего порядка. Например: способен создать алгоритмическую ментальную карту на основе предложенных понятий, обобщает ряд понятий в новое понятие, классифицирует подсистемы.

Третий показатель результатов обучения программированию, характеризующий деятельностный аспект, – способность создавать программный продукт, может быть представлен следующими индикаторами, которые одновременно являются *критериями оценивания* этой способности: 1) студент способен разработать и отладить (устранить синтаксические ошибки и ошибки времени выполнения) простую программу с базовыми алгоритмическими структурами и типами данных – *пороговый уровень*; 2) студент способен разработать, отладить и протестировать программный код для типовых заданий, на основе стандартных алгоритмов и имеющихся программных решений – *базовый уровень*; 3) студент умеет работать с абстрактными типами данных, самостоятельно разрабатывает алгоритмы и программно реализует их – *высокий уровень*.

#### Выводы по первой главе:

1. Проективно-рекурсивная стратегия обновления целевого, содержательного, технологического и результативно-оценочного компонентов методической системы обучения программированию студентов-математиков даёт возможность превратить базовый курс программирования в средство достижения результатов обучения, которые определены как 1) уровень развития алгоритмического мышления, 2) уровень развития системного мышления, 3) способность создавать программный продукт на языке программирования. На основе уточнённых понятий «алгоритмическое мышление», «системное мышление» предложена интегрированная оценка результатов обучения.

2. Когнитивный подход к обучению программированию потребует формирования у обучающихся понятийных и алгоритмических ментальных схем, чему будет способствовать применение когнитивных средств обучения в виде концептуальных и ментальных карт. Целесообразно использовать их не только как средства визуализации знания, но и средства оценивания результатов обучения в показателях уровня развития алгоритмического и системного мышления.

**Вторая глава** «*Проектирование методики обучения студентов программированию на основе проективно-рекурсивной стратегии и когнитивных технологий*» посвящена разработке структурно-логической и процессуальной моделей обучения программированию и реализации предлагаемой методики в учебном процессе. На рис. 1 представлена структурно-логическая модель, концептуально-методологической основой которой является интеграция системного, деятельностного, когнитивного, компетентностного и проективно-рекурсивного подходов к обучению.



Рис. 1. Структурно-логическая модель обучения программированию

В соответствии с дисциплинарными, профессиональными и метадисциплинарными целями обучения, дидактическими принципами отбора содержания, определены основные разделы для изучения и практического освоения на 1 курсе.

*Базовая часть* включает следующие темы и формы контроля:

1) основы алгоритмизации (построение блок-схем и алгоритмических ментальных карт, опросы);



- 2) состав языка (построение понятийных и концептуальных карт);
- 3) базовые типы данных (лабораторная работа, контрольная работа);
- 4) базовые операторы: а) реализация линейной программы, б) программы с ветвлениями, в) программы с циклами (лабораторные работы, понятийные ментальные карты, электронный тест);
- 5) функции: а) параметры и возвращаемые значения (лабораторная работа, тест), б) рекурсивные функции (лабораторная работа);
- 6) составные типы данных: а) массивы (одномерные и двумерные), б) указатели, в) символьные массивы (строки в стиле C), г) структуры (лабораторные работы, тесты, ментальные и концептуальные карты);
- 7) файлы (лабораторная работа);
- 8) линейные структуры данных: стеки, очереди, списки (лабораторные работы, контрольные работы);
- 9) деревья (лабораторная работа, тест).

В *вариативной части* содержательного компонента студентам предлагаются следующие темы, относящиеся к основам объектно-ориентированного программирования: 1) классы и объекты; 2) перегрузка функций и операций; 3) наследование. По ним предусмотрено выполнение лабораторных работ. Отметим, что объектно-ориентированное программирование изучается на 2 курсе, но студенты, успешно освоившие процедурное программирование, имеют возможность перейти к указанным темам. Кроме того, принцип вариативности реализуется в возможности выбора уровня сложности задания (оцениваемого разным количеством баллов): по всем темам предусмотрены уровни сложности «А» (базовый), «В» (повышенной сложности) или «А», «В», «С».

Технологический компонент включает методы, средства и формы обучения. В структурно-логической модели перечислены *методы обучения*, применяемые в рассматриваемой методике, основанные на классификации методов по источнику передачи и восприятия информации Ю.К. Бабанского. В настоящее время их принято называть вербальными, визуальными и практическими. Широкий спектр перцептивных методов используется в предлагаемой методике обучения программированию и представлен современными *формами организации учебного процесса*. Кроме традиционных форм аудиторного обучения – лекций, практических занятий, лабораторных работ и консультаций, организация электронного обучающего курса в LMS Moodle позволяет эффективно осуществлять самостоятельную работу студентов для выполнения лабораторных работ, онлайн-консультации с преподавателем и учебные форумы для взаимодействия студентов. В соответствии со сложившимися формальным и неформальным подходами в обучении программированию в методике задействованы дедуктивный метод (на лекциях) и индуктивный метод (на лабораторных работах). На практических занятиях используются продуктивные методы, среди которых наиболее востребован метод проектов. Реализация метода проектов осуществляется в следующих направлениях:

- 1) Индивидуальные учебные проекты после окончания 1-го курса (учебная практика). Студенты имеют возможность самостоятельно поставить задачу, ориентируясь на свои интересы и способности, или выбрать из списка задач.

2) Участие студентов в реализации проектов межвузовской кооперации совместно с преподавателями и студентами Красноярского государственного педагогического университета (КГПУ им. В.П. Астафьева) и Сибирского государственного аэрокосмического университета (СибГАУ им. М.Ф. Решетнева). Примером является проект совместной разработки электронных образовательных ресурсов – интерактивных обучающих программ. При этом студенты принимают участие в научно-практических конференциях и публикуют результаты научно-исследовательской работы уже на 1-ом курсе. Такая проектная деятельность дает студентам ценный опыт разработки реальных проектов, командной работы, взаимодействия с будущими специалистами в других предметных областях.

3) Привлечение наиболее успешных студентов для выполнения проектов IT-бизнеса в качестве тестировщиков и программистов, что позволит студентам на практике познакомиться с данной профессиональной деятельностью и, возможно, найти будущее место работы.

Обучение программированию невозможно без привлечения современного программного обеспечения в качестве *средств обучения*, таких как Microsoft Visual Studio (для реализации программных решений), XMind, Microsoft Visio (для создания концептуальных и ментальных карт, блок-схем). Кроме ментальных средств обучения, в учебном процессе находят применение электронные обучающие средства ИКТ, ставшие уже традиционными, – презентации, flash-анимации. Средствами визуализации декларативного знания выступают концептуальные карты, понятийные ментальные карты, презентации; процедурного знания – алгоритмические ментальные карты, классические блок-схемы, flash-анимации. Таким образом, вариативность и возможность выбора форм предъявления учебной информации позволяет учитывать индивидуальные психические особенности и стили учебной деятельности студентов, что соответствует когнитивному подходу к обучению.

Результативно-оценочный компонент структурно-логической модели обучения программированию содержит комплекс контрольно-измерительных материалов, включающий: 1) задания для лабораторных работ (используются для оценивания способности создавать программный продукт); 2) электронные тесты и задания для контрольных работ (используются для определения уровня алгоритмического мышления).

На рис. 2 представлена процессуальная модель обучения программированию студентов-математиков, демонстрирующая процесс взаимодействия субъектов и объектов образования: группы студентов, преподавателя, содержательного, технологического и результативно-оценочного компонентов методической системы. Системообразующими факторами системы являются студент и преподаватель. Отношения между элементами системы носят субъект-объект-субъектный характер. На оси времени выделены контрольные точки: начало обучения, зачет, экзамен, учебная практика. Взаимодействие между студентами и преподавателем происходит как непосредственно на занятиях, так и с помощью электронного обучающего курса (ЭОК), разработанного в среде LMS Moodle.

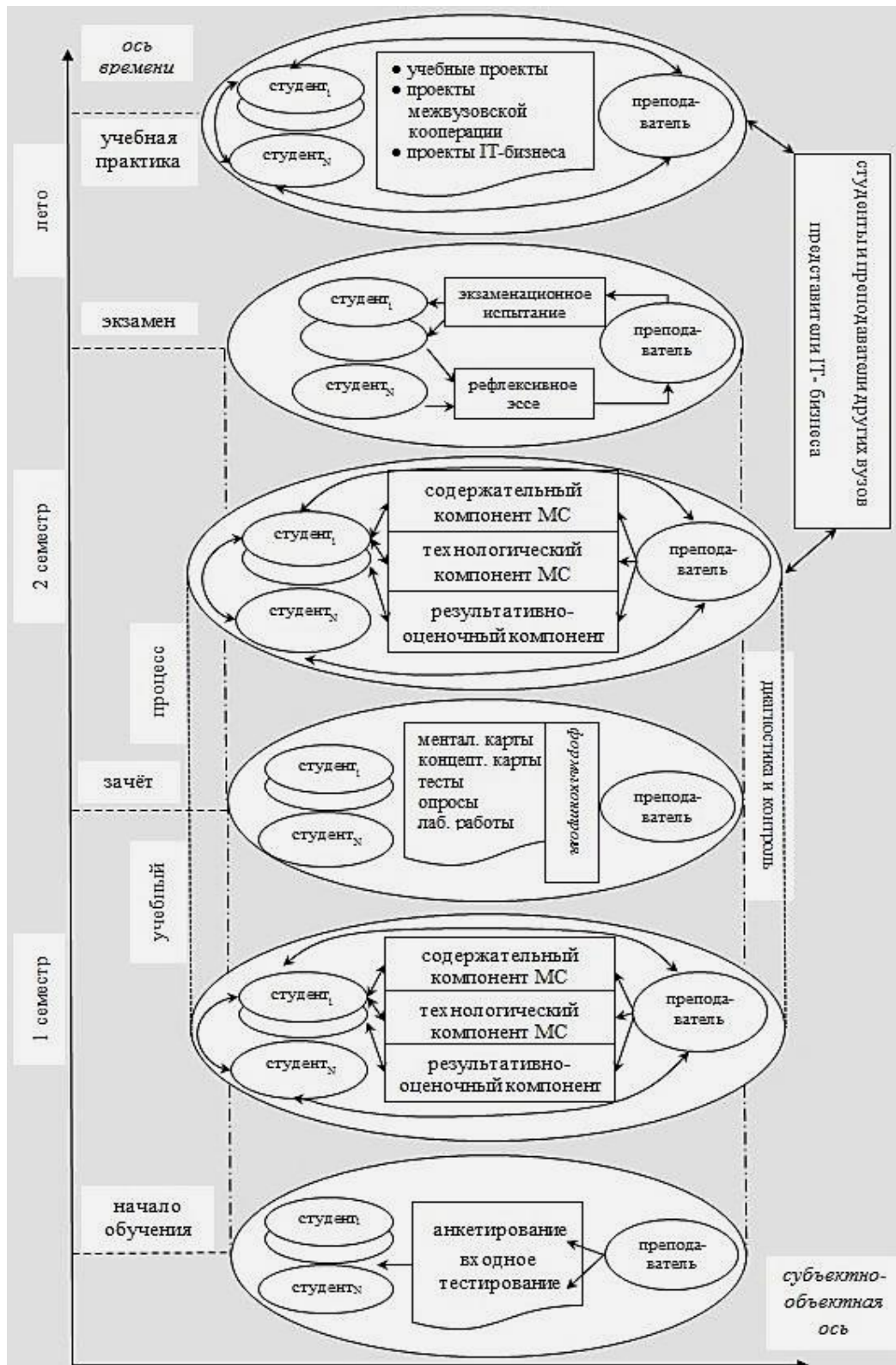


Рис. 2. Процессуальная модель обучения программированию

Отметим двунаправленный характер связи между студентами и ЭОК, поскольку студенты причастны к наполнению контента курса. Важный момент – влияние студентов на результативно-оценочный компонент. Например, с помощью такого инструмента Moodle как опрос, студент имеет возможность оценить разработанные другими студентами ментальные карты, блок-схемы. Итоговая оценка, выставляемая по дисциплине, является комплексной: учитываются ре-

зультаты экзамена, промежуточного контроля, выполнения лабораторных работ, тестов, контрольных работ, построения концептуальных и ментальных карт. В конце 1 курса студентам предлагается написать рефлексивное эссе с целью оценить собственные успехи в изучении программирования и электронный курс, внести предложения по улучшению курса.

Итоги внедрения методики обучения программированию в реальный учебный процесс подготовки бакалавров-математиков подведены в конце 2-й главы. Основная часть экспериментальной работы проводилась в 2012-2014 гг. и продолжается в настоящее время в Институте математики и фундаментальной информатики СФУ по направлениям подготовки 01.03.01 Математика и 01.03.02 Прикладная математика и информатика. Апробация в учебном процессе положений, сформулированных в первой главе, происходила поэтапно. Обучение программированию экспериментальной группы набора 2012 г. было реализовано с позиций проективно-рекурсивной стратегии. В этой группе, наряду со значительным количеством слабых студентов (36,4% – по результатам входного тестирования), был высок процент студентов с хорошим уровнем начальной подготовки (42,4%). Сильные студенты успешно включились в реализацию проектов межвузовской кооперации. Главные методические задачи для слабых студентов были следующие: а) достигнуть базового уровня в 3-м компоненте результатов обучения – способности создавать программный продукт); б) привлечь студентов к наполнению контента электронного курса; в) существенно повысить уровень алгоритмического и системного мышления; г) не потерять заинтересованности и желания освоить практику программирования при первых неудачах. Результаты экспериментальной и контрольной группы представлены на рис. 3, часть А.

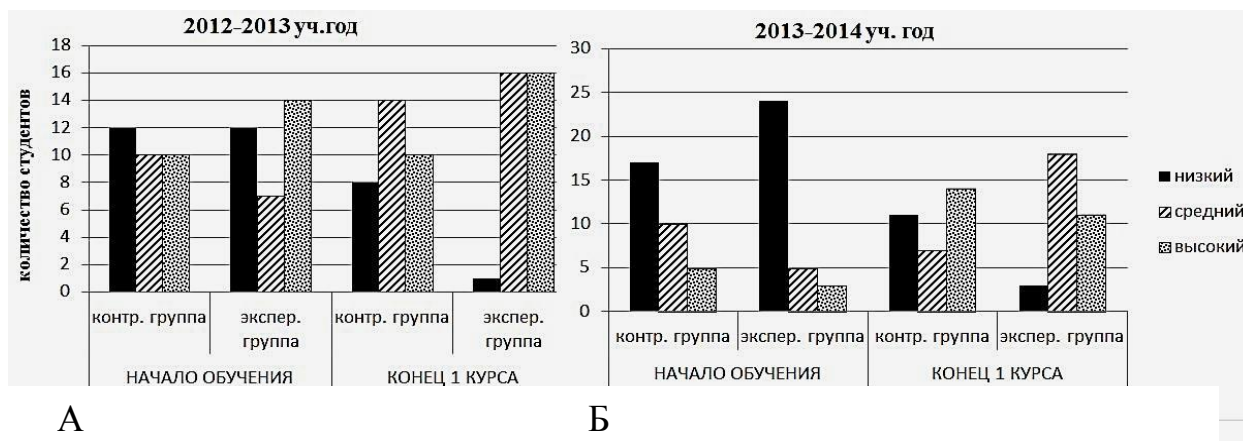


Рис.3. Комплексная оценка экспериментальной и контрольной групп

Как видно из гистограммы, в экспериментальной группе достигнуты значительно лучшие результаты по сравнению с контрольной группой: низкие результаты обучения показали 3% испытуемых экспериментальной группы против 25% студентов контрольной группы. Набор первокурсников 2013 года оказался существенно слабее предыдущего года: 75% студентов экспериментальной группы показали неудовлетворительные результаты во входном тестировании. Методика обучения программированию была скорректирована в направлении использования когнитивных технологий с целью повышения доступности и понимания

учебного материала, для большинства обучающихся нового и сложного. Эксперимент показал, что, несмотря на преимущество в результатах высокого уровня в контрольной группе, (что объясняется лучшими стартовыми показателями и способностями студентов в контрольной группе), в экспериментальной группе наблюдается лучшая динамика в сокращении количества студентов, не достигших базового уровня (рис.3, часть Б). Такая же тенденция сохраняется после подведения предварительных итогов после окончания 1-го семестра в 2014/2015 г.

Все вышеприведенные результаты были исследованы на достоверность с помощью статистического критерия  $\chi^2$ . После проведенных расчетов были получены значения:

$$\underline{2012/13 \text{ г.}} - \chi^2_{\text{эмп}} = 6,94; \quad \underline{2013/14 \text{ г.}} - \chi^2_{\text{эмп}} = 9,78; \quad \underline{2014/15 \text{ г.}} - \chi^2_{\text{эмп}} = 6,9.$$

Данные эмпирические значения превышают  $\chi^2_{\text{крит}} = 5,99$  при уровне статистической значимости 0,05, что свидетельствует о достоверности различий контрольной и экспериментальной групп в начале и конце эксперимента в 95%.

В экспериментальной группе набора 2014-2015 г. были проведены исследования эффективности активного использования когнитивных технологий в обучении программированию. Под активным использованием мы понимаем создание ментальных и концептуальных карт самими обучающимися, пассивное использование – изучение готовых карт в процессе обучения. При подготовке к компьютерному тестированию часть обучающихся выполнила задание на составление ментальной карты по данной теме (активное использование), часть – нет. Набранные баллы в обеих группах отражены на рисунке 4.

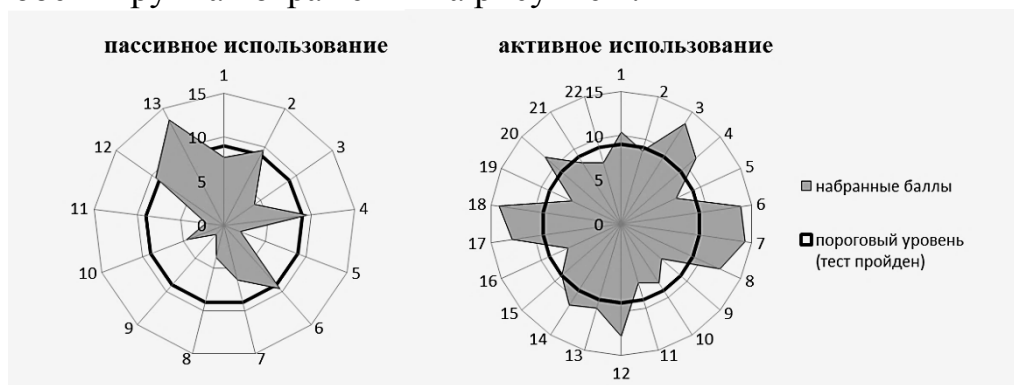


Рис.4. Результаты теста при активном и пассивном использовании ментальных карт

Количество испытуемых, прошедших тест, больше в группе активного использования ментальных карт (59% против 38%), что свидетельствует о большей эффективности активного использования когнитивных средств обучения.

Уровень развития алгоритмического мышления оценивался посредством компьютерного тестирования. Сравнить полученные результаты тестирования за три учебных года можно с помощью рис. 5. Баллы, полученные испытуемыми, были распределены на 5 групп и выражены в процентном соотношении. Заметно преобладание хороших результатов (выполнено 60% -80% заданий). Сочетание проективно-рекурсивной стратегии и когнитивных технологий дало более высокие результаты в 2013/14 г. по сравнению с 2012/13 г. В целом за все годы экспериментального исследования наблюдался существенный рост уровня развития алгоритмического мышления по сравнению с началом обучения.

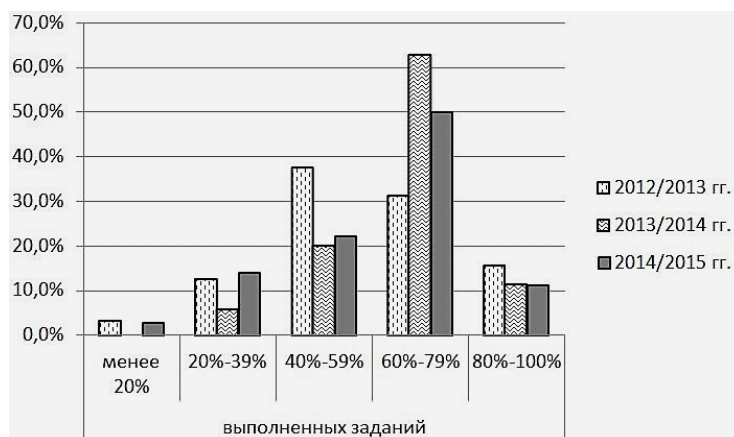


Рис. 5. Динамика изменения результатов компьютерного тестирования

### Выводы по второй главе:

1. Созданные на основе проективно-рекурсивной стратегии и когнитивного подхода структурно-логическая и процессуальная модели обучения программированию студентов-математиков позволяют эффективно реализовать теоретические и практические аспекты разработки методики обучения программированию в соответствии с поставленными целями.

2. Гипотеза исследования о возможности достижения планируемых результатов обучения программированию студентов-математиков получила эмпирическое подтверждение при проведении педагогического эксперимента.

**В заключении** были обобщены **результаты диссертационного исследования** и сделаны следующие **выводы**:

1. Анализ требований, предъявляемых к современной эффективной методике обучения программированию бакалавров-математиков в условиях реализации ФГОС ВПО, и возможности повышения качества математического образования за счет профессиональной подготовки, в том числе, по программированию, позволил сделать вывод о несоответствии существующих методик обучения программированию сформулированным требованиям и необходимости обновления компонентов методической системы обучения студентов программированию.

2. Компоненты методической системы целесообразно модернизировать с позиций проективно-рекурсивной стратегии следующим образом: 1) в целевом и результативно-оценочном компонентах акцент переносится на достижение планируемых результатов обучения программированию на трех уровнях: дисциплинарном, профессиональном и метадисциплинарном; 2) содержательный компонент состоит из базовой и вариативной частей и представлен системой многоуровневых профессиональных задач; на протяжении всего курса поддерживается сквозная содержательная линия «тип данных»; 3) технологический компонент содержит традиционные и когнитивные средства и методы.

3. Проективно-рекурсивная стратегия обновления компонентов методической системы обучения программированию студентов-математиков обеспечивает возможность использовать базовый курс программирования как средство достижения результатов обучения, которые определены как три взаимосвязанных компонента: 1) уровень развития алгоритмического мышления; 2) уровень развития

системного мышления; 3) способность создавать программный продукт на изучаемом языке программирования.

4. Уточнение понятий «алгоритмическое мышление», «системное мышление», выделение определённых индикаторов в каждом компоненте результатов обучения и выбор соответствующих критериев оценивания позволяют предложить модель результатов обучения программированию студентов-математиков с позиций компетентностного и когнитивного подходов.

5. Эффективными средствами достижения требуемых результатов обучения и удобными инструментами их оценивания в показателях уровня развития алгоритмического и системного мышления обучающихся являются когнитивные средства обучения в виде концептуальных и ментальных карт. Принципы проективности и рекурсивности, положенные в основу разработки и использования студентами понятийных и алгоритмических ментальных схем по курсу программирования, способствуют:

- индивидуализации процесса обучения;
- повышению мотивации студентов к обучению;
- ответственности обучающихся за собственные результаты обучения и продукты учебной деятельности;
- профессионально-ориентированному обучению.

6. В соответствии с планируемыми результатами обучения обоснованы и разработаны: структурно-логическая модель (система, состоящая из целевого, содержательного, технологического и результативно-оценочного компонентов); процессуальная модель (субъект-объектная динамическая схема) обучения программированию бакалавров-математиков. Разработанные модели обеспечивают организационно-методические условия достижения запланированных результатов обучения: высокого уровня развития алгоритмического и системного мышления, способности самостоятельно создавать программный продукт на изучаемом языке программирования.

7. Разработанный в среде Moodle и апробированный в реальном учебном процессе электронный обучающий курс «Программирование на C/C++» для первокурсников математических направлений подготовки позволяет обеспечить условия для реализации дидактических возможностей смешанного обучения.

8. Разработанная на основе структурно-логической и процессуальной моделей методика проективно-рекурсивного обучения программированию студентов-математиков с использованием традиционных и когнитивных методов и средств обучения, диагностики и контроля результатов обучения, с опорой на метод проектов (представленный реализацией проектов учебной практики, межвузовской кооперации и IT-бизнеса) и метод ментальных карт, обеспечивает достижение результатов обучения, удовлетворяющих требованиям ФГОС ВПО.

9. Возможность достижения планируемых результатов обучения на основе разработанной методики проективно-рекурсивного обучения студентов-математиков программированию экспериментально подтверждена в ходе педагогического эксперимента на базе Института математики и фундаментальной информатики Сибирского федерального университета. В этой связи, методику про-

ективно-рекурсивного обучения программированию можно рекомендовать к использованию в учебной практике.

Таким образом, цель диссертационного исследования достигнута, полученные результаты доказывают положения, выносимые на защиту, и имеют теоретическую и практическую значимость.

Продолжение исследования и практической работы планируется по следующим направлениям: 1) дальнейшее наполнение и оптимизация контента электронного курса, совершенствование фонда контрольно-измерительных материалов на основе когнитивного и компетентностного подходов; 2) расширение участия студентов в проектах межвузовской кооперации и IT-бизнеса с целью их профессиональной ориентации, повышения мотивации к обучению программированию.

Результаты диссертационного исследования отражены в публикациях:

***Статьи в ведущих рецензируемых научных журналах, включенных в перечень ВАК:***

1. Баженова, И.В. Формирование базовых понятий программирования у студентов в контексте информационного подхода / И.В. Баженова // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. – 2012. – № 2 (20) – с. 21–25.
2. Баженова, И.В. Проектирование содержания и результатов обучения программированию студентов-математиков / И.В. Баженова // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. – 2013. – № 2 (24) – с.79–82.
3. Баженова, И.В. Развитие компетенций будущих педагогов и инженеров в условиях межвузовской кооперации / И.В. Баженова, Г.М. Гринберг, Л.М. Ивкина // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. – 2014. – № 2 – с. 62–69 (авторский вклад 33%).
4. Баженова, И.В. Особенности методики обучения программированию студентов-математиков на основе проективно-рекурсивной стратегии и когнитивных технологий / И.В. Баженова // Педагогическое образование в России.–2015. – № 3 – с.52-57.

***Учебно-методические издания***

5. Баженова, И.В. Информатика и программирование (учебно-методическое пособие) / И.В. Баженова, И.В. Баранова, С.Н. Баранов, С.Г. Толкач // Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. – 112 с. (авторский вклад 25%).

***Статьи и материалы выступлений на конференциях***

6. Баженова, И.В. Проблемы перехода от информатики в школе к изучению курса программирования в вузе / И.В. Баженова, С.Г. Толкач // Открытое образование: опыт, проблемы, перспективы: материалы VI Всеросс. науч.-практ. конф. с международн. участием. – Красноярск: Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева, 2011. – с. 20–24 (авторский вклад 50%).
7. Баженова, И.В. Система заданий по теме «Типы данных» при обучении объектному программированию с позиций информационного подхода / И.В. Баженова //



- Информационные ресурсы в образовании: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Нижневартовск: НГГУ, 2012. – с. 58–60.
8. Баженова, И.В. Использование проективной стратегии в обучении программированию студентов-математиков / И.В. Баженова // Интегрированная система профессионального образования: проблемы и пути развития: материалы Всеросс. науч.-метод. конф. – Красноярск: Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т, 2012. – с. 247–249.
9. Баженова, И.В. Социальное партнерство как один из инструментов управления инновациями в образовании / И.В. Баженова, Г.М. Гринберг, Л.М. Ивкина // Современные материалы, техника и технология: материалы 2-й Междунар. науч.-практ. конф. – Курск: Юго-Зап. гос. ун-т, 2012. – с. 59-65 (авторский вклад 33%).
10. Баженова, И.В. Межвузовская кооперация субъектов образования как один из факторов повышения качества их профессиональной подготовки / И.В. Баженова, Г.М. Гринберг, Л.М. Ивкина // Информатика и информационные технологии: материалы Всеросс. науч. конф. с междунар. участием – Челябинск: Челябин. гос. пед. ун-т, 2013. – с. 157–162 (авторский вклад 33%).
11. Баженова, И.В. Использование методики ментальных карт при обучении программированию в высшей школе / И.В. Баженова, Т.А. Степанова // Человек, семья и общество: история и перспективы развития: материалы II Междунар. научно-образовательного форума. – Красноярск: Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева, 2013. – с. 173–176 (авторский вклад 50%).
12. Баженова, И.В. Формирование ключевых компетенций у студентов разнопрофильных вузов на основе межвузовской кооперации / И.В. Баженова, Г.М. Гринберг, Л.М. Ивкина // Решетневские чтения: материалы XVII Междунар. науч. конф. – Красноярск: Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т, 2013. – с. 462–463 (авторский вклад 33%).
13. Баженова, И.В. Визуализация знания как метод когнитивного подхода к обучению программированию / И.В. Баженова // Практико-ориентированное обучение в профессиональном образовании: проблемы и пути развития: материалы науч.-практ. конф. в рамках XVIII Междунар. науч. конф. – Красноярск: Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т, 2014. – с. 281–285.
14. Баженова, И.В. К вопросу отбора содержания курса «Информатика и программирование» для студентов математических направлений подготовки на основе проективно-рекурсивной стратегии / И.В. Баженова // Фундаментальная информатика, информационные технологии и системы управления: реалии и перспективы. ФИТМ-2014: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2014. – с. 18–23.