

Организация самостоятельной деятельности бакалавров по направлению «Химическая технология» в процессе математической подготовки

Лариса Никитична Журбенко
д.п.н., профессор кафедры высшей математики
Казанский государственный технологический университет
ул. К.Маркса, 68, г. Казань, 420015, (843)2314119
artem501@list.ru

Елена Дмитриевна Крайнова
к.п.н., доцент кафедры высшей математики
Казанский государственный технологический университет
ул. К.Маркса, 68, г. Казань, 420015, (843)2314119
Lena19752007@rambler.ru

Наталья Николаевна Газизова
к.п.н., доцент кафедры высшей математики
Казанский государственный технологический университет
ул. К.Маркса, 68, г. Казань, 420015, (843)2314119

АННОТАЦИЯ

Самостоятельная деятельность бакалавров по направлению «Химическая технология» в процессе математической подготовки нацелена на развитие проектно-конструктивных способностей и реализуется через систему самостоятельных математических работ при реально-виртуальной поддержке.
Independent activity of bachelors in a direction «Chemical technology» in the course of mathematical preparation is aimed at development of design-constructive abilities and realized through system of independent mathematical works with is real-virtual support.

Ключевые слова

самостоятельная деятельность бакалавров, математическая подготовка, развитие проектно-конструктивных способностей, профессиональная компетентность бакалавра, реально-виртуальная поддержка
independent activity of bachelors, mathematical preparation, development of design-constructive abilities, professional competence of the bachelor, is real-virtual support

Совершенствование образования направлено на преодоление противоречия между изменившимися требованиями к выпускнику вуза и традиционными подходами к его подготовке, не удовлетворяющими новым требованиям. Новая образовательная парадигма опирается на принцип фундаментальности образования, предполагает дифференциацию, индивидуализацию подготовки выпускников, развитие их творческого потенциала. В современных рыночных отношениях высшее образование должно обеспечить подготовку для наукоемкого производства конкурентоспособных высококвалифицированных специалистов всех уровней, обладающих способностью к самообразованию, к творческому саморазвитию, к переключению на смежные профессии. Конечной целью образования и основной

характеристикой его качества становится профессиональная компетентность специалистов – способность качественно решать проблемы из области профессиональной деятельности.

Стандарты третьего поколения подготовки бакалавра по техническим и технологическим направлениям предполагают реализацию компетентного подхода к образованию и предусматривают возможность специальной подготовки для инженерной деятельности или продолжения обучения на ступени магистра. Основой компетентности инженера является достаточный уровень развития проектно-конструктивных способностей (формализационных (А), конструктивных (В), исполнительских (С)) [1]. Проблему из области профессиональной деятельности необходимо формализовать, сконструировать алгоритм решения и исполнить решение. Рассмотрим для сравнения область, виды и задачи профессиональной деятельности инженера и бакалавра по направлению «Химическая технология» согласно стандартам 2-го и 3-го поколения (табл.1):

Таблица 1

Область, виды и задачи профессиональной деятельности инженера и бакалавра по направлению «Химическая технология»

	Инженеры	Бакалавры технологического направления
Область профессиональной деятельности	Разработка, проектирование, наладка эксплуатация и совершенствование процессов переработки углехимического сырья, сланцев, нефти, газа, древесины и промежуточных продуктов органического синтеза с целью производства растворителей, пестицидов, синтетических биологически активных веществ, органических реактивов, мономеров и вспомогательных веществ для получения полимеров и полимерных материалов, топлив, масел, специальных жидкостей, поверхностно-активных веществ и моющих средств, органических красителей, углеграфитовых, углеродных и композиционных материалов, продуктов химической переработки древесины и изделий на их основе и других продуктов органического синтеза.	Методы, способы и средства получения веществ и материалов с помощью физических, физико-химических и химических процессов, производство на их основе изделий различного назначения.
Виды профессиональной деятельности	Производственно-технологическая; проектно-конструкторская; научно-исследовательская; организационно-управленческая.	Проектная; производственно-технологическая; организационно-управленческая; научно-исследовательская; педагогическая.

<p>Задачи профессиональной деятельности</p>	<p>а) Производственно - технологическая деятельность:</p> <ul style="list-style-type: none"> • организация и осуществление входного контроля сырья и материалов, используемых в производстве органических веществ и переработке топлива; • эффективное использование оборудования, сырья и вспомогательных материалов; • осуществление технологического процесса в соответствии с требованиями технологического регламента в производстве органических веществ, биологически активных веществ, пестицидов, поверхностно-активных веществ и моющих средств, переработке нефти, природных газов и горючих ископаемых, производстве перспективных топлив и смазочных материалов, композиционных углеродных материалов различного назначения, химической переработке древесины, в производстве химических веществ из древесного сырья; • определение состава и свойств промежуточных продуктов и готовых веществ и материалов. <p>б) Проектно-конструкторская деятельность:</p> <ul style="list-style-type: none"> • проектирование новых технологических схем, выбор технологических параметров, расчет и выбор оборудования; • разработка проектно-сметной документации в производстве органических веществ и переработке 	<p>а) Проектная деятельность:</p> <ul style="list-style-type: none"> • сбор и анализ информационных исходных данных для проектирования технологических процессов и установок; • расчет и проектирование отдельных стадий технологического процесса в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования; • участие в разработке проектной и рабочей технической документации; • контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам; <p>б) Производственно-технологическая деятельность:</p> <ul style="list-style-type: none"> • организация рабочих мест, их техническое оснащение, размещение технологического оборудования; • организация входного контроля сырья и материалов; • контроль за соблюдением технологической дисциплины; • контроль качества выпускаемой продукции с использованием типовых методов; • участие в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции; • участие в работе по наладке, настройке и опытной проверке
---	---	---

	<p>топлива;</p> <ul style="list-style-type: none"> • анализ и оценка альтернативных вариантов технологической схемы и отдельных узлов. <p>в) Научно-исследовательская деятельность:</p> <ul style="list-style-type: none"> • планирование и проведение научных исследований в области синтеза новых органических веществ и материалов и разработки новых процессов производства органических веществ и переработки топлива; • моделирование и оптимизация производственных установок и технологических схем; • проведение экспериментальной работы по испытанию вновь созданного оборудования; • определение и анализ свойств используемых и получаемых органических веществ и материалов; • анализ научно-технической литературы и проведение патентного поиска. <p>г) Организационно-управленческая деятельность:</p> <ul style="list-style-type: none"> • организация работы коллектива в условиях действующего производства; • осуществление технического контроля в производстве органических веществ и переработке топлива; • проведение технико-экономического анализа производства. 	<p>оборудования и программных средств;</p> <ul style="list-style-type: none"> • приемка и освоение вводимого оборудования; • контроль за соблюдением экологической безопасности. <p>в) Научно-исследовательская деятельность:</p> <ul style="list-style-type: none"> • изучение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; • математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований; • проведение экспериментов по заданной методике, составление описания проводимых исследований и анализ их результатов; • составление отчета по выполненному заданию, участие во внедрении результатов исследований и разработок; • проведение мероприятий по защите объектов интеллектуальной собственности и результатов исследований <p>г) Организационно-управленческая деятельность:</p> <ul style="list-style-type: none"> • составление технической документации также установленной отчетности по утвержденным формам; • выполнение работ по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования
--	--	---

Анализ стандартов 2 и 3 поколений показывает, что область и задачи профессиональной деятельности инженера и бакалавра в основном совпадают, хотя для бакалавра предусмотрена более широкая подготовка. Так, качественные

изменения основ организации и проведения процессов химической и нефтехимической технологии, вызванных развитием нанотехнологий, выдвигают в качестве основных компетенций по направлению «Химическая технология» способности проектирования и реконструкции как отдельных аппаратов, так и технологических схем, для бакалавра необходима хорошая теоретическая подготовка, приобретение навыков самообучения при максимальном развитии способностей по решению задач в области профессиональной деятельности. Универсальные и профессиональные компетенции бакалавра обеспечивают проектную, производственно-технологическую, организационно-управленческую, научно-исследовательскую деятельности и связаны с углубленным изучением технологических процессов для развития современных технологий, приоритетного развития нанотехнологий. В компетенциях как наиболее важные следует отметить способности применять современные методы исследования, разрабатывать проекты, использовать информационные технологии при их разработке, которые требуют развития проектно-конструктивных (АВС) способностей. Унификация образовательной программы бакалавра под его дальнейшую подготовку для научной или производственной деятельности определяет уровень развития его проектно-конструктивных способностей как основную составляющую профессиональной компетентности бакалавра технологического направления. Профессиональная подготовка бакалавра технологического направления как умелого пользователя программных пакетов связана с качественной математической подготовкой, особенно с освоением метода математического моделирования для решения профессиональных задач. Этапы математического моделирования связаны с развитием проектно-конструктивных способностей (построение математической модели (А), ее изучение с помощью математических методов (В), анализ полученного решения (С)). Вместе с тем, эти способности проявляются и развиваются в процессе деятельности по самостоятельному освоению математических методов при выполнении определенных самостоятельных работ, требующих действий по формализации задачи, конструированию и исполнению их решения – самостоятельной деятельности в процессе математической подготовки.

Профессиональная компетентность магистра во многом зависит от фундаментального математического образования, которое ориентировано на широкие направления естественнонаучного и технического знания, охватывающие значительную совокупность близких специализированных областей, на достижение глубинных, межпредметных связей. Математическая составляющая профессиональной компетентности предполагает формирование профессионально-прикладной математической компетентности на 1-2 курсах; закрепление ее в общепрофессиональных дисциплинах (3-4 курсы); дополнительное овладение прикладными математическими методами в процессе специальной математической подготовки магистра на уровне, достаточном для применения этих методов при решении профессиональных задач и для дальнейшего саморазвития специалиста.

Различия в математической составляющей профессиональной компетентности бакалавров и магистров связаны со следующими моментами: инженеры-бакалавры должны достичь уровня практической ориентации в использовании математических методов, а магистрам необходим уровень исследовательской ориентации, т.е. выбор и использование математических методов в проблемных ситуациях. Преемственность в цепочке бакалавр-магистр достигается при развитии проектно-конструктивных способностей.

Проведенный нами анализ требований к профессиональной подготовке бакалавров технологического направления позволяет выявить следующие педагогические условия развития их самостоятельной деятельности в процессе математической подготовки, которые способствуют успешному формированию профессиональной компетентности: 1) модель развития самостоятельной

деятельности в процессе математической подготовки включает содержание и организацию самостоятельной деятельности как средства развития и саморазвития проектно-конструктивных способностей совместно с усвоением математических методов; 2) проектирование содержания самостоятельной деятельности осуществляется в виде системы самостоятельных математических работ с иерархической многомерной структурой, определяемой уровнями развития проектно-конструктивных способностей и уровнями деятельности; 3) проектирование организации самостоятельной деятельности представлено в виде поэтапного процесса с уровневой дифференциацией, соответствующим педагогическим сопровождением и мониторингом на основе критериев развития и саморазвития проектно-конструктивных способностей [2]. Методологической основой модели (рис.1) являются компетентный и акмеологический подходы, нацеленные на формирование профессиональной компетентности (И.А.Банько, И.А.Зимняя, Г.А.Вайзер, А.А.Деркач, В.Г.Зыбкин, Н.К.Нуриев).

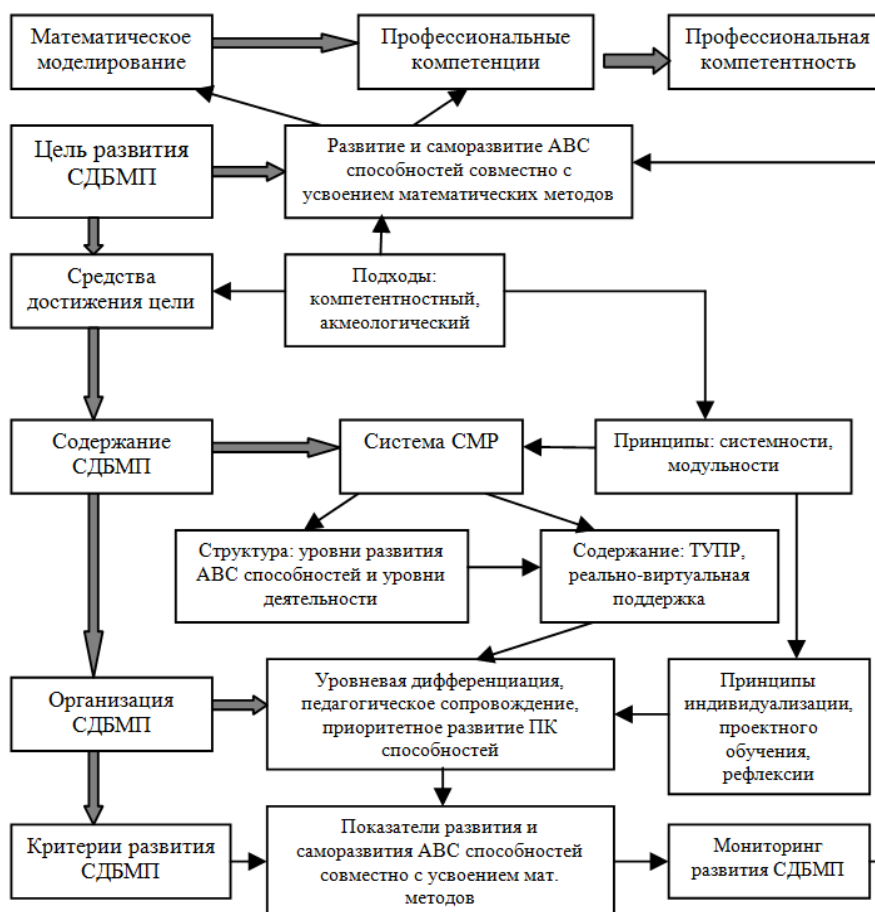


Рис. 1. Модель развития самостоятельной деятельности будущих бакалавров технологического направления в процессе математической подготовки (СДБМП)
 (Обозначения: СМР – самостоятельные математические работы, ТУПР – типовые учебно-проектные работы)

В модели акмеологический подход через максимальное раскрытие творческого потенциала студента, его творческую самореализацию обеспечивает саморазвитие проектно-конструктивных способностей. Содержание самостоятельных математических работ соответствует модулям математической подготовки и представлено учебно-проектными работами с реально-виртуальной поддержкой. Использование принципов индивидуализации, проектного обучения, рефлексии способствует активному включению студентов в деятельность по самостоятельному выполнению типовых и индивидуализированных учебно-проектных работ с самоанализом, самоконтролем и самооценкой результата.

Содержание самостоятельной деятельности будущих бакалавров в процессе математической подготовки представлено в виде системы самостоятельных работ с многомерной классификацией. Выделено шесть классов, определяемых прежде всего приоритетным развитием проектно-конструктивных способностей и уровнями деятельности. Классы также зависят от уровня изученности теоретической и практической частей. Теоретическая часть (*T*) изучение: 1) знакомого, 2) частично незнакомого, 3) частично знакомого и 4) незнакомого материала; практическая часть (*П*): 1) решение стандартных задач с известным способом решения, 2) решение задач с неявным способом решения, 3) решение задач с неизвестным способом решения, 4) решение нестандартных задач.

С учетом матрицы $(T/P) = \begin{pmatrix} (1,1) & (1,2) & (1,3) & (1,4) \\ (2,1) & (2,2) & (2,3) & (2,4) \\ (3,1) & (3,2) & (3,3) & (3,4) \\ (4,1) & (4,2) & (4,3) & (4,4) \end{pmatrix}$ в табл.2 приведена

многомерная классификация самостоятельных математических работ.

Таблица 2

Многомерная классификация самостоятельных математических работ

Уровни		P	P-П	П	П-Т
Типы					
A	ABC			(3,3),	(4,4),
	ACB			(4,2),(2,4)	(4,3),(3,4)
B	BCA		(3,1), (1,3),	(4,1),(1,4),	
	BAC		(2,2)	(3,2),(2,3)	
C	CAB	(1,1)	(1,2),(2,1)		
	CBA				

В соответствии с табл.1 введены основные классы 1. А(П-Т), 2. А(П), 3. В(П), 4. В(Р-П), 5. С(Р-П), 6. С(Р), которые определяют задания типовых и индивидуализированных учебно-проектных работ по модулям базовой дисциплины «Математика» и вариативной дисциплины «Многомерный анализ и его приложения». Предусмотрена реально-виртуальная поддержка в виде учебных пособий и виртуального кабинета преподавателя [2] (рис. 2).

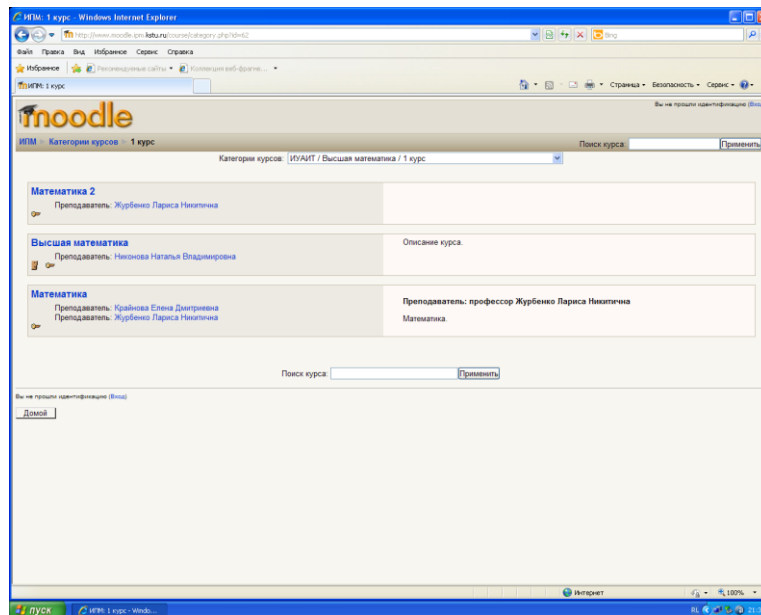


Рис. 2. Виртуальный кабинет преподавателя

Данный проект был реализован в электронной оболочке Moodle, что позволяет на новом уровне организовать самостоятельную работу учащихся. Он включает презентацию модулей с контрольными вопросами, задания для типовых учебно-проектных работ с тренажером по отдельным заданиям, выполненные во «flash», тестовые задания для итогового контроля, вопросы и тест - викторины для самостоятельной работы студентов и для проверки приоритетного уровня развития исполнительских и конструктивных способностей совместно с усвоением математических методов. Самостоятельная работа с представленными материалами осуществлялась по схеме (рис.3).

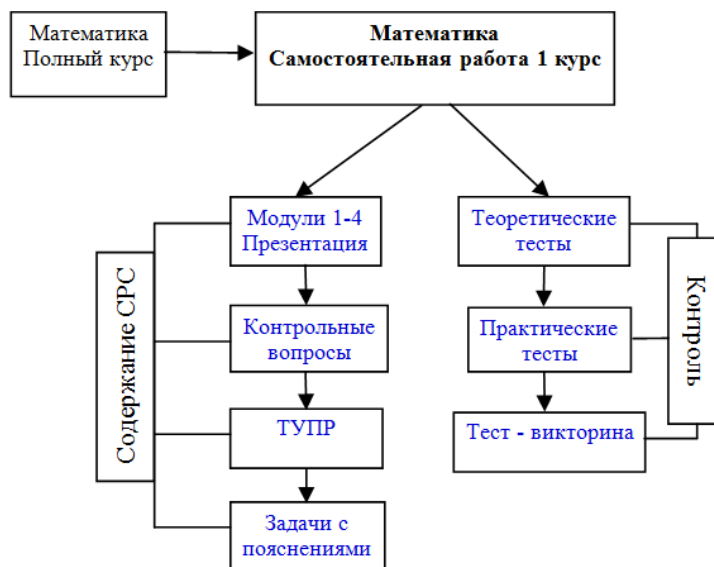


Рис. 3. Схема информационного обеспечения самостоятельной работы студента

Источниками информационных ресурсов явились: учебник и учебные пособия для студентов по математике.

Данная порталная система отвечает ряду требований:

- Наличие учебной литературы по данному предмету (лекции)
- Наличие обучающего материала
- Наличие тестов, позволяющих оценить итоговые знания по данному курсу.

Для оценки знаний учащихся в конце первого семестра мы предлагаем студентам пройти тесты на темы «Элементы линейной алгебры и аналитической геометрии», «Математический анализ. Дифференциальное исчисление функций одной переменной». Студенты отвечают на вопросы теста и, система Moodle оценивает выполненную работу, согласно заданным преподавателем правилам. Большое количество настроек, позволяет провести детальный контроль знаний, подготовить каждому учащемуся индивидуальный вариант теста, составить тренировочные задания и т.д. Преподаватель назначает дату и время начала и окончания тестирования. Студент после завершения теста получает отчет о проделанной работе (рис. 4).

Тест начат	Суббота 30 Август 2008, 22:38
Завершен	Суббота 30 Август 2008, 22:46
Прошло времени	8 мин 28 сек
Набрано баллов	1.67/3 (56%)
Оценка	5.56 от максимума 10

Страница: 1 2 3 (Дальше)
[Отображать все вопросы на одной странице](#)

Рис. 4. Отчет о проделанной работе студента

На этой странице имеется информация о дате и времени начала и завершения теста, о количестве времени, затраченного на решение теста, количество набранных баллов из максимума и оценка тесте. Ниже помещены все вопросы теста с отметками – правильно решено или нет. Рядом с каждым решенным вопросом – комментарии, сделанные преподавателем (эти комментарии могут быть записаны предварительно на стадии разработки вопроса или написаны после ответа).

Использование информационного обеспечения самостоятельной деятельности способствует ее активизации и дополняет педагогическое сопровождение развития ПК способностей совместно с усвоением математических методов.

Основу содержания самостоятельной деятельности составляют типовые и индивидуализированные учебно-проектные работы по базовым и вариативным модулям дисциплин «Математика» и «Многомерный анализ и его приложения». Обеспечивается реально-виртуальная поддержка в виде учебных пособий и виртуального кабинета преподавателя.

Организация самостоятельной деятельности в процессе математической подготовки основана на дифференциации студентов на подгруппы пользователей (4 уровня) и исследователей. Она осуществляется по правилам: обязательное определение начального уровня развития проектно-конструктивных способностей для разбиения по развитию способностей каждой группы на подгруппы пользователей (**П1** – СВА, очень низкий уровень, **П2** – СВА, низкий уровень, **П3** – СВА, САВ, средний уровень, **П4** – ВСА, ВАС, высокий уровень), **И** – исследователей (**И** – АВС, АСВ, высокий уровень); использование типовых и индивидуализированных учебно-проектных работ, материалов для электронного обеспечения, тестов с целью активизации самостоятельной деятельности и повышения уровня (хотя бы на один) для пользователей; развитие самопознания, самоанализа, самоконтроля и, в конечном счете, самостоятельное развитие проектно-

конструктивных способностей как основного элемента профессиональной компетентности (рис.3).

Критерии развития и саморазвития проектно-конструктивных способностей формируются на основе рейтинговой системы. Коэффициент развития проектно-конструктивных способностей совместно с усвоением математических методов

$$k_{cm} = \frac{p_{cm}}{60}, \quad 0 \leq p_{cm} \leq 60 + \alpha$$

определяется по рейтингу в семестре, где α – дополнительные баллы за выполнение исследовательских учебно-проектных работ. Нами выделено пять уровней развития проектно-конструктивных способностей совместно с усвоением математических методов: **I** уровень: $0 < k_{cm} < 0,5$ – группа **П1**, **II** уровень: $0,5 \leq k_{cm} < 0,7$ – группа **П2**, **III** уровень: $0,7 \leq k_{cm} < 0,9$ – группа **П3**, **IV** уровень: $0,9 \leq k_{cm} < 1$ – группа **П4**, **V** уровень: $k_{cm} \geq 1$ – группа **И**.

В течение семестра по результатам рейтинга строится диагностическая карта с целью мониторинга развития и саморазвития проектно-конструктивных способностей. При $k_{cm} \geq 0,75$ диагностируется саморазвитие проектно-конструктивных способностей. С целью проверки эффективности организации самостоятельной деятельности проводился эксперимент в группах инженерного химико-технологического института (две равноценные по результатам входного рейтинга группы): экспериментальные группы (ЭГ1, ЭГ2) и контрольные группы (КГ1, КГ2).

В экспериментальных группах обучение велось по схеме организации самостоятельной деятельности с целью развития по приоритетам ВАС, ВСА способностей.

В экспериментальных группах обучение велось по схеме организации самостоятельной деятельности с целью развития по приоритетам ВАС, ВСА способностей. Лепестковая диаграмма уровня развития ПК способностей совместно с усвоением математических методов по текущему контролю II семестра (1 год обучения) представлена на рис.5.

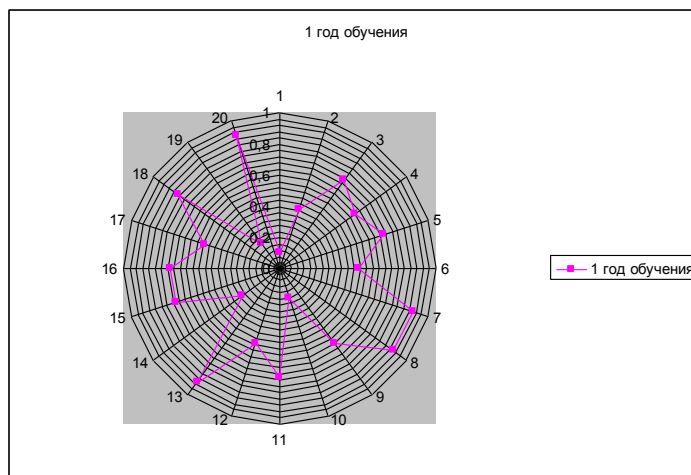


Рис. 5. Диагностическая карта (индивидуальное распределение студентов экспериментальной группы по их коэффициентам (1 год обучения) (Условные обозначения: 1-20 – номера студентов ЭГ1, 0-1 –индивидуальные коэффициенты студентов)

Диаграмма характеризует область достижений группы на данный момент относительно максимального достижения ($k_{см.} = 1$). У 25% студентов ЭГ1 – исполнительские способности не считаются достаточно развитыми (1-й уровень), 50% ЭГ1 не владеют конструктивными способностями (1-2 уровни), у 30% ЭГ1 конструктивные и исполнительские способности развиты в достаточной мере (3-й уровень), однако многие из них не справились с заданием на проверку формализационных способностей. 15% студентов имеют способности к формализации ($k_{см.} \geq 0,8$), следовательно отмечается саморазвитие ПК способностей.

По итогам второго семестра полигон распределения количества студентов по уровням (рис. 6).

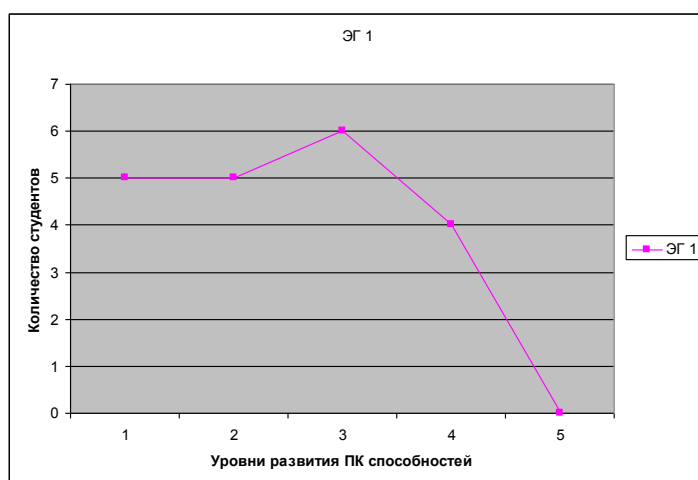


Рис. 6. Полигон частот экспериментальной группы (итоги 2 семестра, 1 года обучения)

Диаграмма этой же экспериментальной группы по индивидуальным коэффициентам студентов за 4 семестр (2 год обучения) приведена на рис.7.

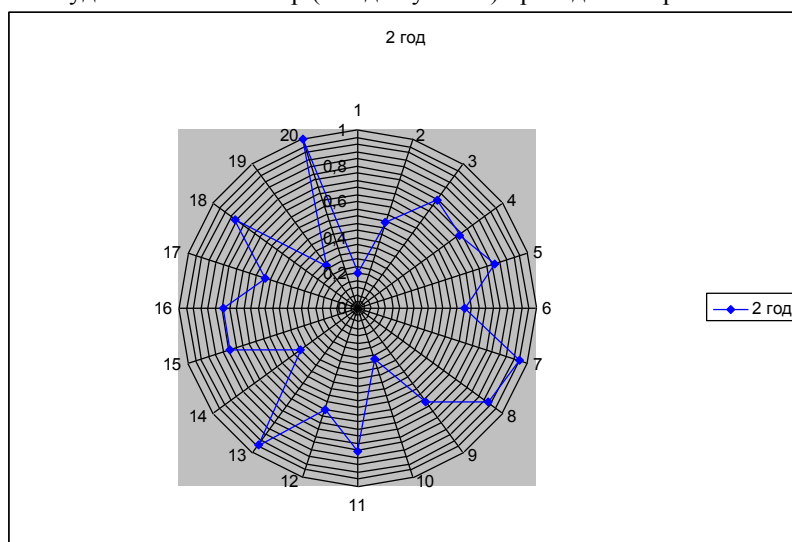


Рис. 7. Диагностическая карта (индивидуальное распределение студентов экспериментальной группы по их коэффициентам (итоги 2 года обучения) (Условные обозначения: 1-20 – номера студентов ЭГ1, 0-1 – индивидуальные коэффициенты студентов)

Лепестковая диаграмма характеризует область достижений группы на данный момент относительно максимального достижения ($k_{cm.} = 1$). Как видно из рис. 5 у 15% студентов ЭГ1 – исполнительские способности не считаются достаточно развитыми (1-й уровень), 35% ЭГ1 не владеют конструктивными способностями (1-2 уровни), у 35% ЭГ1 конструктивные и исполнительские способности развиты в достаточной мере (3-й уровень), однако многие из них не справились с заданием на проверку формализационных способностей. 25% студентов ЭГ1 имеют способности к формализации ($k_{cm.} \geq 0,8$), и следовательно отмечается саморазвитие ПК способностей.

По итогам четвертого семестра полигон распределения количества студентов по уровням (рис. 8).

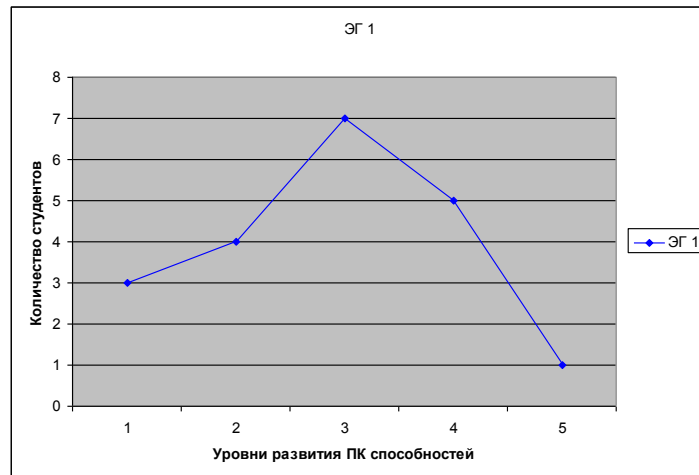


Рис. 8. Полигон частот экспериментальной группы по итоговому результату 2-го года обучения

Сравнение индивидуальных коэффициентов студентов экспериментальной группы (ЭГ1) по результатам 1-го и 2-го годов обучения приведено на рис. 9.

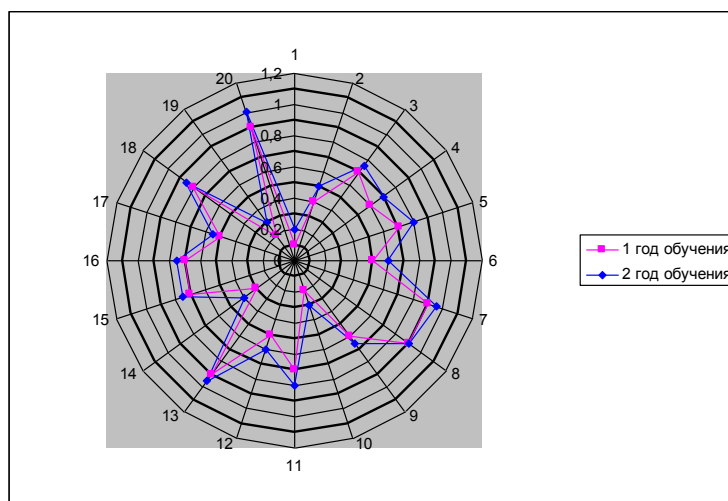


Рис. 9. Сравнение индивидуальных коэффициентов студентов экспериментальной группы по результатам 1-го и 2-го годов обучения (Условные обозначения: 1-20 – номера студентов ЭГ1, 0-1,2 – индивидуальные коэффициенты студентов)

При сравнении уровней развития ПК способностей экспериментальной группы (ЭГ1) по результатам 1-го и 2-го годов обучения мы получили следующие выводы:

- 1) количество студентов с неразвитыми исполнительскими способностями уменьшилось на 10%;
- 2) количество студентов, не владеющих конструктивными способностями уменьшилось на 15%;
- 3) количество студентов с развитыми в достаточной мере конструктивными и исполнительскими способностями увеличилось на 5%;
- 4) количество студентов, имеющих развитые формализационные способности увеличилось на 10%.

Таким образом, видно, что в экспериментальной группе (ЭГ1) 40% студентов повысили свой уровень развития ПК способностей, то есть применяемая нами организация самостоятельной деятельности обеспечивает успешное развитие ПК способностей.

Результаты эксперимента подтвердили эффективность внедрения модели развития самостоятельной деятельности будущих бакалавров технологического направления в процессе математической подготовки с целью развития и саморазвития проектно-конструктивных способностей, которое способствует формированию профессиональной компетентности бакалавров, и позволили использовать ее для реализации учебного процесса в технологическом университете.

Литература

1. **Нуриев, Н.К.** Проектирование дидактических систем нового поколения для подготовки способных к инноватике инженеров / Н.К.Нуриев, Л.Н.Журбенко, С.Д.Старыгина, Е.В.Пашукова, А.Р.Ахмадеева // Международный электронный журнал "Образовательные технологии и общество (Educational Technology & Society)" – 2009. - V.12. - №4. – С.417-441. - ISSN 1436-4522. URL: <http://ifets.ieee.org/russian/periodical/journal.html>

2. **Журбенко, Л.Н.** Проектирование самостоятельной деятельности в процессе математической подготовки бакалавров технологического направления / Л.Н. Журбенко, Е.Д. Крайнова // Международный электронный журнал "Образовательные технологии и общество (Educational Technology & Society)" – 2009. - V.12. - № 4. – С.448-455. - ISSN 1436-4522. URL: <http://ifets.ieee.org/russian/periodical/journal.html>