

SCTCMG 2019
**International Scientific Conference «Social and Cultural
Transformations in the Context of Modern Globalism»**

**Развитие научно-исследовательской компетентности студентов
вузов в процессе обучения математике**

Остыловская О.А. (a) *, Ерошина А.А. (b), Манушкина М.М. (c), Помазан В.А. (d)
*Corresponding author

- (a) Сибирский федеральный университет, пр. Свободный 79, 660041 Красноярск, Россия, oksana14@inbox.ru, тел. (391)2062016
(b) Сибирский федеральный университет, пр. Свободный 79, 660041 Красноярск, Россия, margma@yandex.ru, тел. (391)2062016
(c) Сибирский федеральный университет, пр. Свободный 79, 660041 Красноярск, Россия, AEroshina@sfu-kras.ru, тел. (391)2062016
(d) Сибирский федеральный университет, пр. Свободный 79, 660041 Красноярск, Россия, valanter@mail.ru, тел. (391)2062016

Abstract

Разработка и внедрение наукоемких технологий во многом зависит от воспроизводства научного кадрового потенциала, поэтому вузам уже в бакалавриате следует уделять особое внимание подготовке студентов к будущей научно-исследовательской деятельности. Симптоматично, что выпускники бакалавриата, поступившие в магистратуру, недостаточно владеют научными методами для продолжения обучения. Этот факт свидетельствует о том, что в бакалавриате имеется дефицит образовательных ресурсов для развития научно-исследовательской компетентности. С целью ее развития предлагается в учебных дисциплинах давать больше возможностей проявить свои способности студентам, нацеленным на научную карьеру.

Предметная область математики дает широкие возможности для освоения математического моделирования как метода научного исследования, а значит, развития научно-исследовательской компетентности студентов. Для эффективного использования этих возможностей целесообразно учебный материал проанализировать с точки зрения идеи индивидуализации обучения. В этом случае критериями оценки могут быть возможности адаптации учебного материала для студента и расширение прикладного спектра математической информации.

В качестве инструмента для развития научно-исследовательской компетентности студента предлагается задача-конструктор, решая которую студент учится использовать математическое моделирование как метод научного исследования. Ее главная особенность состоит в том, что она обладает потенциалом трансформации, в результате которой происходят вариации условий



задачи, что приводит к качественно иному результату. Возможность таких вариаций позволяет студенту самостоятельно определять траекторию в освоении математического аппарата исследовательской деятельности. Траектории могут варьироваться от достаточно простых до сложных (адекватных содержанию обучения). Мотивированные на поступление в магистратуру студенты смогут осваивать самый сложный уровень в этой системе.

© 2017 Published by Future Academy www.FutureAcademy.org.UK

Keywords: научно-исследовательская компетентность, индивидуализация обучения, задача-конструктор

1. Introduction

Вопрос развития у студентов вузов научно-исследовательской компетентности активно обсуждается учеными-педагогами во многих странах (Cuevas и др., 2011; Dominguez, Judikis, 2016). Эта компетентность выражается в способности применять методы научного исследования в профессиональной деятельности (Колдина, 2015). Обучаясь в вузе, студенты осознают необходимость освоения компетенций в различных видах профессиональной деятельности и, конечно, всегда есть студенты, нацеленные в будущем на научную карьеру. Учет индивидуальных возможностей и потребностей обучаемых лежит в основе студент-центрированной системы образования, которая признается эффективной (Wright, 2011). В этом контексте образовательные инновации в индивидуализации обучения должны быть направлены, в том числе, на выявление студентов, наиболее способных к научно-исследовательской деятельности. Готовность к этому виду деятельности индивидуальна, так как является личностной характеристикой и зависит, в частности, от опыта применения методов научного исследования.

2. Problem Statement

Выпускник бакалавриата может приступить к научно-исследовательской деятельности в организации, занимающейся научно-технической и/или инновационной деятельностью. Важно отметить, что сегодня имеет место сжатие инновационного цикла (сокращение времени между получением новых знаний и созданием технологий), а также размывание дисциплинарных границ в научных исследованиях и разработках, поэтому эта особенность современного мира должна найти отражение и в подготовке кадров – студенту для успешной будущей карьеры в научной области необходимо иметь возможность достаточно глубоко освоить научно-исследовательские методы уже в бакалавриате (Zeidmane, Čerņajeva, 2011). Также выпускник может продолжить обучение в магистратуре, выполняя научно-исследовательскую работу в формате магистерской диссертации.

Однако, как показывает опыт преподавателей, работающих с магистрантами, для большинства студентов эта работа оказывается весьма затруднительной из-за неготовности к научно-исследовательской работе, которая является для них ведущим видом деятельности (Комарова, 2008; Константинова, 2013; Пегашкин и др., 2009).

Таким образом, проблема формирования в бакалавриате научно-исследовательской компетентности является актуальной при любом сценарии образовательной траектории студента. Очевидно, что выпускники бакалавриата, поступающие в магистратуру должны, помимо высокой мотивации, в достаточной степени обладать опытом применения научных методов исследования. Такая подготовка станет «мостом» в магистратуру, т.е. будет способствовать реализации идеи преемственности в двухуровневой системе образования (Гусева, 2012).

В обучении математическим дисциплинам преобладает традиционная образовательная модель, направленная скорее на изучение теоретического материала, чем на его практическое применение в профессиональной деятельности, а также недостаточно учитывающая потенциал студентов, нацеленных на научную карьеру.

3. Research Questions

Обучение математике раскрывает широкие возможности для формирования научно-исследовательской компетентности студентов. Предметом статьи является развитие этой компетентности посредством включения в учебный процесс особого класса задач-конструкторов, в которых процесс решения отражает логику фаз научного исследования.

4. Purpose of the Study

Целью статьи является обоснование требований к содержанию учебного материала, как проекций идеи индивидуализации обучения, а также описание основного средства формирования научно-исследовательской компетентности - комплекса учебных задач-конструкторов, направленных на применение математического моделирования как метода научного исследования..

5. Research Methods

В статье использован теоретический метод исследования. Опираясь на системный подход, рассматривается развитие научно-исследовательской компетентности студентов как подсистема в системе обучения математике в вузе.

На основе личностно-ориентированный подхода студент рассматривается как субъект учебной математической деятельности, в результате которой он приобретает научно-исследовательскую компетентность;

На основе задачного подхода, определяющего учебную задачу как единицу учебной деятельности, дано обоснование целесообразности разработки комплекса учебных задач-конструкторов как средства развития научно-исследовательской компетентности.

6. Findings

Можно выделить две категории студентов, для которых обладание научно-исследовательской компетентностью будет особенно важно: первая - студенты, изначально нацеленные на продолжение обучения в магистратуре (и в аспирантуре); вторая – студенты, не определившиеся с поступлением в магистратуру, но имеющие способности к научной деятельности. Таким студентам необходимо дать возможность реализации своих познавательных потребностей, связанных с научно-исследовательской деятельностью (Роботова, 2013). Целесообразность такого подхода обусловлена следующими главными причинами: во-первых, мотивированные на поступление в магистратуру студенты будут иметь возможность определять свою образовательную траекторию; во-вторых, если выпускник решит вернуться в вуз в качестве магистранта, то будет наиболее подготовленным к обучению на второй ступени, а значит, в перспективе больше преуспеет в научно-исследовательской деятельности; в-третьих, научно-исследовательская деятельность является одним из видов профессиональной деятельности бакалавра, в которой выпускник, возможно, найдет себе применение по окончании вуза. Известно, что математические методы находят широкое применение в научных исследованиях и разработках. В этой связи необходимо определить условия для развития научно-исследовательской компетентности в предметной области математики. На наш взгляд таковыми являются возможность адаптации учебного материала для студента и расширение прикладного спектра математической информации. Раскроем суть этих условий.

Возможность адаптации учебного материала для студента означает, что этот материал должен быть достаточно «гибким», т.е. доступным для среднего студента, но при этом обладал потенциалом более глубокого погружения для студентов, проявившим интерес к математическому моделированию. Известно, что учебная информация обладает трехсторонней сущностью: количественной, содержательной и стороной, отражающей уровень абстрагирования учебного материала (Zenker и др., 2014). В учебном процессе количественная сторона информации связана с возможностями восприятия и пропускной способностью студента; содержательная – с его базовыми или прежними математическими знаниями; степень абстрагирования – с академическими уровнями познания (очевидно, что степень абстрагирования информации для аспиранта по математическим направлениям будет гораздо выше, чем для бакалавра нематематических направлений подготовки). Другими словами, учебный материал должен наращиваться не только «вширь», но и «вглубь», т.е. подбираться так, чтобы в нем нашлось место

не только относительно типовым задачам, но и творческим, с возможностью выхода с ними на студенческие научные конференции.

Расширение прикладного спектра способствует преодолению признанной проблемы формализма математических знаний, которые оказываются бесполезными в формировании научного мировоззрения студентов (Мышкис, 2009). Если базовая математическая подготовка студентов бакалавриата включает такие разделы как линейная алгебра, дифференциальное и интегральное исчисление функций, дифференциальные уравнения, дискретная математика, теория вероятностей, математическая статистика, то и прикладной спектр должен содержать теоретический материал и учебные задачи, использующие в качестве математического аппарата построения моделей перечисленные выше разделы математики.

Основным средством развития научно-исследовательской компетентности может стать комплекс учебных задач, в решении которых студент использует математическое моделирование как метод научного исследования.

По нашему мнению, для развития научно-исследовательской компетентности процесс решения учебной задачи должен давать возможность студенту с разных точек зрения исследовать изучаемое в ней явление, а не просто в рамках формулируемого условия и вопроса. Для этого необходимо, чтобы задача была гибкой с точки зрения ее структуры, и именно прикладной контекст дает такую возможность (Лунгу, 2014). Мы назвали такой тип задачи – «задача-конструктор».

Определим задачу-конструктор, как специально разработанную междисциплинарную учебную задачу, обладающую потенциалом трансформации, при которой вариация условий задачи приводит к качественно иному результату. Процесс решения учебной задачи-конструктора предполагает отражение логики фаз научного исследования: проектирования, технологической и рефлексивной (Новиков, 2010).

Основное отличие учебной задачи от других типов задач (например, профессиональной задачи) состоит в том, что ее целью является изменение субъекта деятельности. Решая задачу-конструктор, студент развивает свои личные качества, направленные на готовность применить математические методы в научных исследованиях и разработках, а значит, задача достигает своей цели. Важнейшее достоинство такой учебной задачи в том, что через нее студент осознает цель учебной математической деятельности, а это, в свою очередь, повышает и мотивационную составляющую обучения.

Рассмотрим подробнее особенности структуры и содержания «задач-конструкторов».

Взяв за основу логическую структуру учебной математической задачи, предложенную Л.М. Фридманом (Фридман, 2009), мы определяем в задаче-конструкторе основной блок и блоки-надстройки (Table 01). Основной блок – это предметная область (совокупность всех объектов, которые рассматриваются в задаче). Блок-надстройка включает в себя:

- отношения и связи объектов (количественные и качественные характеристики);
- требование или вопрос задачи (нахождение искомой характеристики, искомого отношения, построение объекта, доказательство утверждения и т.п.).

Особо обратим внимание возможность трансформирования задачи. Трансформация основного блока задачи – конструктора происходит в соответствии со следующими положениями:

- предметная область задачи не изменяется. Это могут быть объекты какого-то процесса социальной коммуникации, например, группа людей, результаты матча и т.п.;
- отношения и/или связи объектов могут изменяться. Известное отношение может стать неизвестным или искомым, оно может качественно или количественно измениться;
- требование или вопрос задачи может изменяться.

Table 01. Структура задачи-конструктора

Основной блок	Блоки-надстройки (вариативные)	
предметная область	отношения и связи объектов	требование или вопрос задачи

Заметим, что сложность основной задачи при этом может измениться как «вширь», так и «вглубь». В первом случае задача сохраняет прежний уровень сложности, но позволяет исследовать объект

или объекты с другой стороны, в ином качестве. Во втором случае вариация исходной задачи приобретает идейную и/или техническую сложность. Идейная сложность заключается в поиске способа решения задачи, а техническая в реализации выбранного способа решения.

Рассмотрим пример задачи-конструктора, раскрывая методические особенности блоков-надстроек.
Основной блок задачи:

Имеется штат управления некоторой компанией. Известно, что на мнение ее президента в равной степени влияют мнения двух его первых вице-президентов и его собственное. Один из первых вице-президентов (вице-президент-1) формирует свое мнение лишь на основе мнения руководителя. Другой первый вице-президентов (вице-президент-2) придает одинаковый вес своему собственному мнению и мнению двух вторых вице-президентов. Наконец, оба вторых вице-президента находятся под влиянием лишь своих собственных мнений. Кто пользуется реальной властью в этой группе, т.е. кто в действительности влияет на групповое финальное мнение? Придет ли группа к финальному общему мнению при следующих начальных мнениях (если придет, то каково оно?):

Президент = 10,

первый вице-президент-1 = 20,

первый вице-президент-2 = 20,

второй вице-президент-1 = 100,

второй вице-президент-2 = 100.

Что произойдет, если второй вице-президент изменит свое мнение на 200?

Предметная область этой задачи состоит из пяти объектов - участников группы. Эти объекты имеют в задаче явно заданные характеристики – начальные мнения, а также некоторые неявно заданные характеристики – влияние в группе. Неизвестные характеристики объектов в задаче – это искомые и промежуточные, т.е. нахождение которых в тексте задачи не требуется, но они нужны для поиска искомого. Искомыми характеристиками являются финальное мнение группы и наибольшее влияние в группе, промежуточными, например, взвешенная сумма начальных мнений.

Блоки-надстройки, в которых изменены связи и вопрос основного блока задачи:

Блок 1 (сохранен прежний уровень сложности): *Задача внешнего управления: возможно ли и как изменить коэффициенты влияния для достижения желаемого финального мнения группы?*

Пояснение. Решение этой задачи предполагает использования того же математического аппарата, выполнение тех же математических действий, что и основная задача, поэтому ее трансформация в задачу внешнего управления (блок 1) привела к новой задаче, уровень сложности остался прежним.

Блок 2 (техническая сложность). *Задача устойчивости: насколько устойчиво финальное мнение группы к небольшим изменениям коэффициентов влияния?*

Пояснение. Техническая сложность этой задачи обусловлена тем, что для ее решения требуется проводить дополнительный компьютерный эксперимент, чтобы иметь возможность варьировать коэффициенты и отслеживать изменение группового финального мнения.

Блок 3 (идейная сложность). *Задача рассогласования системы извне: как изменить коэффициенты влияния, чтобы финальное мнение было недостижимым?*

Пояснение. Идейная сложность этой задачи заключается в поиске иного подхода к ее решению. В этом случае важна интуиция и творческий поиск студент.

7. Conclusion

Реализация идеи индивидуализации обучения в вузе означает, помимо прочего, выявление студентов, предрасположенных к научно-исследовательской деятельности. Задача развития научно-исследовательской компетентности должна стоять, в том числе, при обучении отдельным научным дисциплинам, поскольку освоение каждой из них обеспечивает применение соответствующих научных методов. Для этого образовательные программы дисциплин должны включать элементы, дающие возможность студентам глубже освоить эти методы и впоследствии раскрыть свой научно-исследовательский потенциал.

В статье сформулированы и обоснованы критерии отбора учебного материала в обучении математике, направленного на развитие научно-исследовательской компетентности в вузе: возможность адаптации учебного материала для студента и расширение прикладного спектра математической информации.

Раскрыта сущность понятия «задача-конструктор» как специально разработанной междисциплинарной учебной задачи, обладающей потенциалом трансформации, при которой вариация условий задачи приводит к качественно иному результату. Процесс решения учебной задачи-конструктора отражает логику фаз научного исследования.

Acknowledgments [if any]

References

- Cuevas, L. G. Guillen, D. M., & Rocha, V. E. (2011). The research and cognitive skills for meaningful learning bridges. *Reason and Word*. 1-8.
- Dominguez, A., Judikis, J. (2016). Development of a research competence in university students through blended learning. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*. November 2016, 668.
- Wright, G. (2011). Student-Centered Learning in Higher Education. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*. 23, 56.
- Zeidmane, A., Čerņajeva, S. (2011). *Interdisciplinary Approach in Engineering Education*. Retrieved from: online-journals.org/index.php/i-jep.
- Zenker, D., Simon, K., Gros, L. & Daubenfeld, T. (2014). *Comprehensive Virtual Mathematics Training*. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.3991/ijep.v3i3.2738>
- Гусева, И.А. (2012). Научная магистратура: мечта или реальность? *Высшее образование в России*. 2, 9–17.
- Колдина, М.И. (2015). Научно-исследовательская компетентность как педагогическая категория. *Символ науки*. 10-1, 169-171.
- Комарова, Ю.А. (2008). Научно-исследовательская компетентность специалистов: функционально-содержательное описание. *Известия РГПУ им. А.И. Герцена*. 68, 69-77.
- Константинова, Л.В. (2013). Проблемы развития магистратуры в условиях реформирования высшего образования. *Высшее образование в России*. 7, 30-36.
- Лунгу, К. Н. (2014). Организация междисциплинарных связей как условие модернизации математического образования студентов технического вуза. *Известия МГТУ*. 2 (20), 141-146.
- Мышкис, А.Д. (2009). О преподавании математики прикладникам. *Образование в техническом вузе в XXI веке*. 5, 123 – 130.
- Новиков, А.М., Новиков, Д.А. (2010). *Методология научного исследования*. Москва, КД Либроком.
- Пегашкин, В., Гаврилова, Т., Корнисик, К. (2009). НИР студентов младших курсов: проблемы и решения. *Высшее образование в России*. 7, 109–111.
- Роботова, А.С. (2013). О смысле магистратуры: размышления преподавателя. *Высшее образование в России*. 5, 45-50.
- Фридман, Л.М. (2009) *Теоретические основы методики обучения математике: учебное пособие*. Москва, КД Либроком.