

## МЕТОДОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПРОБЛЕМЕ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ К ИННОВАЦИОННОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Наумкин Н.И., Шекшаева Н.Н.

*ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева», Саранск, e-mail: naumn@yandex.ru*

В статье рассматриваются вопросы методологического обеспечения научных исследований в области педагогики, в частности проблема подготовки студентов технических вузов к инновационной инженерной деятельности (ИИД). В ходе выполненных исследований было показано, что методология научного творчества как отрасль науки представляет собой целостную систему взаимосвязанных научных подходов, методов и принципов, владение которыми обеспечивает исследователю успешное достижение поставленных задач. Была конкретизирована модель методологической системы (МС) проведения научных исследований, структурированная на 5 компонентов (целевой, концептуальный, содержательный, технологический, контрольно-аналитический). На основании этой системы была разработана методологическая подсистема изучения проблемы подготовки студентов к ИИД, структурированная также на компоненты и включающая в качестве основных: а) научные подходы – интегрированный (для объединения использованных методов в систему), междисциплинарный (для интеграции содержания педагогики, математического моделирования, 3D-моделирования, аддитивных технологий, инноватики), системный, субстратный и структурированный (для создания МС с учетом ее иерархии, структуры и выделением субстратов – первоэлементов системы); б) методы гипотетико-дедуктивный (для разработки и уточнения выдвигаемых гипотез), морфологического анализа (для разработки совокупности методик проведения научных исследований); в) принципы многоуровневости – перехода с одной ступени высшего образования и многоэтапности на другую – перехода с одного, более простого цикла обучения, на более сложный. Продемонстрирована реализация разработанной методологической подсистемы изучения проблем подготовки студентов к ИИД при многоуровневом и многоэтапном обучении на основе интеграции основных компонентов инженерной подготовки.

Ключевые слова: методологическая система, модель методологической системы, методологическая подсистема, инновационная инженерная деятельность

## METHODOLOGICAL SUPPORT OF RESEARCH ON THE PROBLEM OF STUDENTS PREPARATION FOR INNOVATIVE ENGINEERING

Naumkin N.I., Shekshaeva N.N.

*National Research Mordovia State University, Saransk, e-mail: naumn@yandex.ru*

The article considers the issues of methodological support of scientific research in the field of pedagogy, in particular the problem of preparing students of technical universities for innovative engineering activities (IEA). In the course of the research, it was shown that the methodology of scientific creativity, as a branch of science, represents an integrated system of interrelated scientific approaches, methods and principles, the possession of which ensures the researcher the successful achievement of the tasks set. A model of the methodological system (MS) for conducting scientific research was structured into 5 components (target, conceptual, substantive, technological, control and analytical). The presented system allows for each specific study to justify and select the necessary tools for its implementation. Based on this system, a methodological subsystem was developed for studying the problem of preparing students for IEA, also structured into components and including, as the main ones: a) integrated scientific approaches (for combining the methods used in the system), interdisciplinary (for integrating the content of pedagogy, mathematical modeling, 3D-modeling, additive technologies, innovations), systemic, substrate and structured (to create an MS, taking into account its hierarchy, structure and the selection primary elements of the system); b) hypothetical-deductive methods (to develop and refine the hypotheses put forward), morphological analysis (to develop a set of research methods); c) the principles of multilevel - transition, from one to another level of higher education and multistage - the transition from one simpler learning cycle to a more complex one. The implementation of the developed methodological subsystem for studying the problems of preparing students for IEA with multilevel and multi-stage training of this activity based on the integration of the main components of engineering training is demonstrated.

Keywords: methodological system, model of the methodological system, methodological subsystem, innovative engineering activity

Инновационная инженерная деятельность как творческая продуктивная деятельность всегда была и остается определяющей в обеспечении технического прогресса общества во всех странах мира, и для ее эффективной реализации необходимы подготовленные профессиональные кадры. В связи с этим первостепенной задачей каждого технического вуза становится задача подготовки таких кадров, а исследователей в области инженерного образования – задача разработки методических систем и методов обучения студентов ИИД. В ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарева» исследования по обозначенной проблеме ведутся более 15 лет [1–3]. Как показала практика их реализации, для достижения поставленных целей – повышения эффективности обучения ИИД – необходимо научно обоснованное методологическое обеспечение этих исследований. В предлагаемой статье раскрывается проблема такого обеспечения и предлагается конкретная модель методологической подсистемы научных подходов, методов и принципов исследования подготовки студентов технических вузов к ИИД.

Целью предлагаемого исследования являются конкретизация модели методологической системы научных исследований и разработка модели методологической подсистемы изучения проблемы подготовки студентов технических вузов к ИИД.

**Материалы и методы исследования.** В представленных исследованиях авторами использованы наработки выполненных ранее теоретических и экспериментальных исследований по проблеме повышения эффективности подготовки студентов технических вузов к ИИД [4] с целью их обоснования, систематизации и объединения в методологическую систему (МС). Среди них особо следует выделить: 1) научные подходы – интегрированный (для объединения использованных методов в систему), междисциплинарный (для интеграции содержания педагогики, математического моделирования, 3D-моделирования, аддитивных технологий, инноватики), системный, субстратный и структурированный (для создания МС с учетом ее иерархии, структуры и выделением субстратов – первоэлементов системы); 2) методы – гипотетико-дедуктивный (для разработки и уточнения выдвигаемых гипотез исследования), морфологического анализа и классификации (для разработки совокупности методик проведения научных исследований, образующих методологическую подсистему) [5–7], 3) принципы многоуровневости – перехода в данном исследовании с одной ступени высшего образования (бакалавриат, специалитет, магистратура, аспирантура) на другую и многоэтапности – перехода с одного, более простого, логически завершеного цикла обучения на более сложный [8, 9].

**Результаты исследования и их обсуждение.** Современная отрасль науки – методология научных исследований – располагает значительным инструментальным

арсеналом проведения как теоретических, так и эмпирических исследований и включает систему взаимосвязанных научных подходов, методов и принципов их проведения. В многочисленных источниках приводится их подробное описание и говорится о том, что они образуют стройную систему, но при этом сама система не представлена, а в основном имеются только ее описание, классификация и структуризация. В предлагаемой статье авторы применительно к исследованиям в области педагогики попытались представить такую систему, структурировав ее, как это принято в теории обучения, на целевой, концептуальный, содержательный, технологический и контрольно-аналитический компоненты (рис. 1). Для демонстрации иерархии методологических систем в схеме показан также блок подсистем отдельных научных исследований, образующих в общем случае глобальную методологическую систему (МС).

В этой МС *целевой и концептуальный* компоненты модели перекликаются между собой и определяют выбор содержания остальных компонентов (рис. 1). Если целевой компонент отражает направленность исследований и перечень решаемых для достижения сформулированной цели задач, то концептуальный – в основном способ ее достижения.

*Содержательный* компонент включает вопросы проектирования МС на основе принципов, структуризации, генерализации, междисциплинарности, интеграции и др. В нем отражены аспекты интеграции структуры, уровней и видов научных исследований. Главными структурными элементами МС являются научные подходы, методы и принципы. Под научным подходом принято понимать методологическое ориентирование и направление в изучении объекта исследования, их существует более десятка (общенаучный, интегрированный, субстратный, структурный, функциональный, системный, модельный и др.), под методами – совокупность взаимосвязанных способов и приемов познания объективных закономерностей природы (на рисунке 1 представлены основные методы), под принципами – некоторые общие правила, на которые необходимо ориентироваться при проведении исследования.

*Технологический компонент* – это деятельностный компонент, за счет которого реализуется вся модель МС. На рисунке 1 показан его состав, перечислены требования, предъявляемые к методам, указана их взаимосвязь как между собой, так и с другими компонентами модели, а также обратная связь. Реализация модели завершается на контрольно-аналитическом компоненте, в рамках которого осуществляются проверка и уточнение рабочей гипотезы исследования. На основании полученных результатов формулируются новые концепции, конкретизируются новые знания, делается вывод о выборе направлений для дальнейших исследований и т.п.

По аналогии описанной модели разработана модель методологической подсистемы

изучения проблемы подготовки студентов к ИИД, изображенная на рисунке 2.

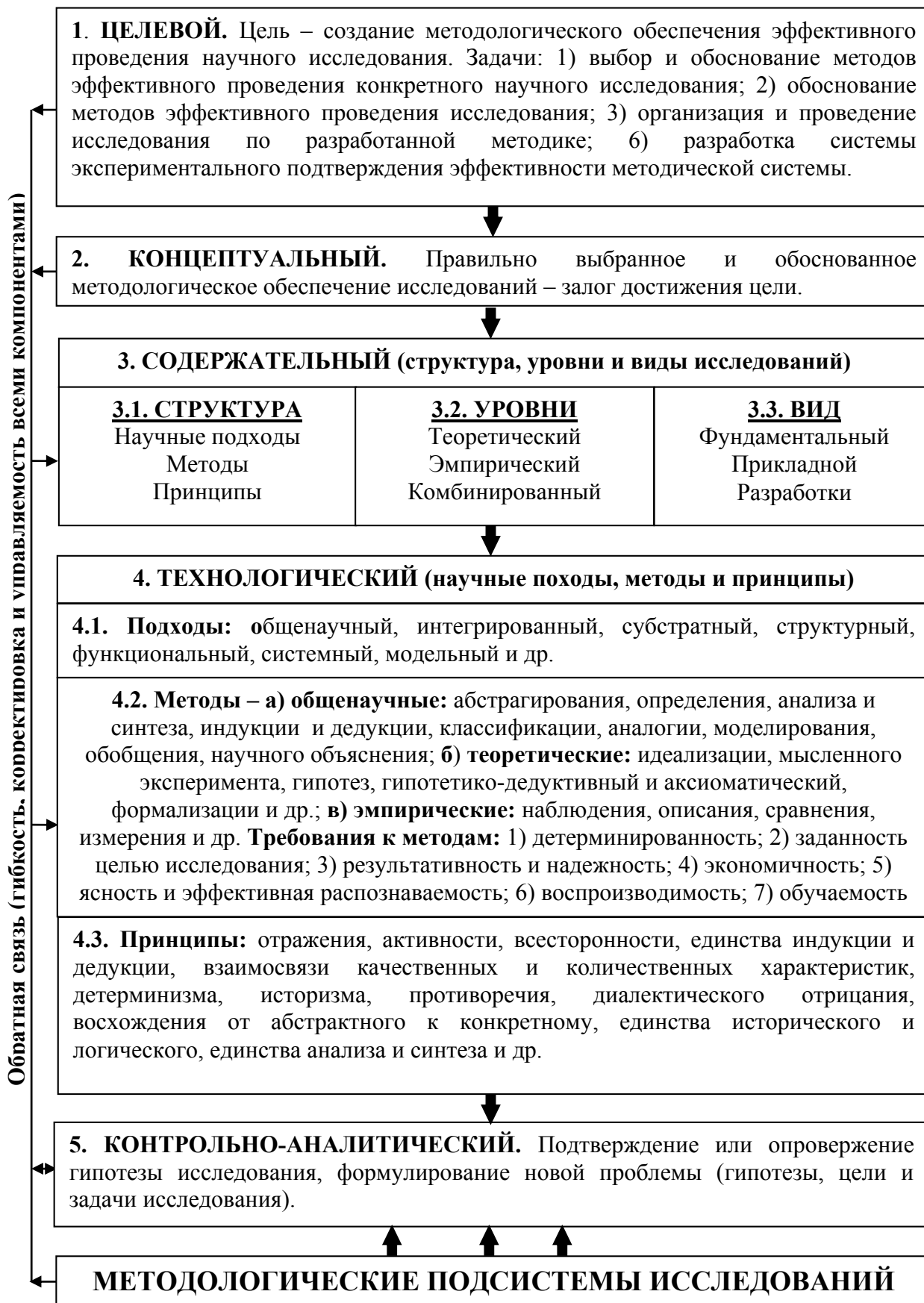


Рис. 1. Модель методологической системы научных исследований

В отличие от МС в ней конкретизированы цель, задачи и концепция исследования, в соответствии с которыми целью является повышение эффективности подготовки студентов технических вузов к ИИД, задачами – 6 задач ее достижения (указаны на рис. 2), концепцией – многоуровневая, многоэтапная и междисциплинарная интеграция всех компонентов инновационной подготовки.

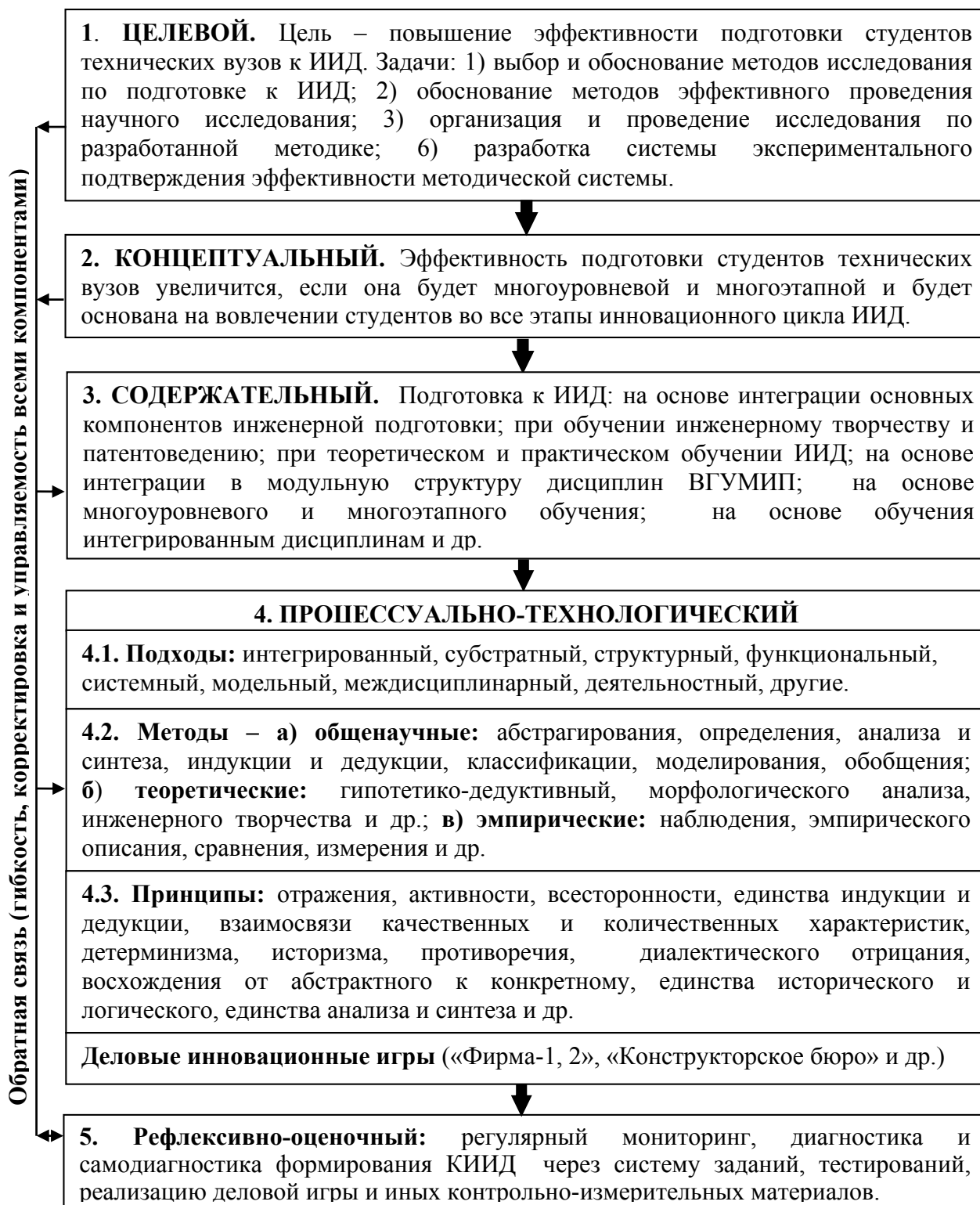


Рис. 2. Модель подсистемы изучения проблемы подготовки студентов к ИИД

В ее содержательный компонент включено описание всех реализуемых в ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарева» и перспективных методических систем и методик обучения ИИД. В процессуально-технологический компонент в качестве объединяющих подходы, методы и принципы включены разработанные и реализованные в университете деловые игры «Фирма-1, 2», «Конструкторское бюро», «Конструкторско-технологическое бюро» и иные, одновременно являющиеся эффективным диагностическим, самодиагностическим и мониторинговым средством этого компонента модели.

Рассмотрим теперь, как эта подсистема реализуется при исследовании возможностей системы многоуровневой и многоэтапной подготовки студентов к ИИД. В данном исследовании [1, 2] по уже сложившейся в педагогике традиции использовалась совокупность взаимосвязанных подходов, методов и принципов (см. рис. 2), доминирующими среди которых являются: интегрированный, междисциплинарный, системный, субстратный и структурированный подходы; морфологический, гипотетико-дедуктивный методы; принципы многоуровневости и многоэтапности. Использование интегрированного подхода обусловлено интеграцией всех перечисленных методов и подходов, нацеленных на решение проблемы подготовки к ИИД. В основу междисциплинарного подхода также положена интеграция, в частности знаний различных отраслей науки (педагогика, математического моделирования, 3D-моделирования, аддитивных технологий, инноватики). В данном исследовании особое внимание уделяется роли использования аддитивных технологий в учебном процессе, которые, являясь современными цифровыми технологиями изготовления оригинальных изделий, выступают в нашем случае универсальным техническим средством обучения, обеспечивающим вовлечение студентов во все этапы инновационного цикла получения материального инновационного продукта [1]. Системный подход, направленный на обеспечение эффективного функционирования компонентов системы за счет выстраивания оперативной, гибкой связи, включая обратную связь между ними, позволил конкретизировать состав моделей многоуровневой и многоэтапной подготовки к ИИД. Структурный подход в развитии системного подхода, обеспечивающий синтез необходимых элементов МС и их анализ, позволил выполнить их расположение на модели в строгой иерархии этапов и ступеней МС.

Основной результат использования субстратного подхода заключается в установлении основных элементов МС (подходов, методов, принципов). При разработке рабочей гипотезы работы был использован гипотетико-дедуктивный метод ступенчатого приближения формулируемой гипотезы к объективной реальности в части его анализа с

учетом требований, предъявляемых к гипотезам. По результатам выполненного анализа сформулирована рабочая гипотеза исследования об эффективности использования многоуровневости и многоэтапности подготовки к ИИД [1].

При составлении модели интеграции уровней и этапов при подготовке к ИИД использовался морфологический анализ [6, 7], суть которого заключается в расширении возможностей составления схем различного сочетания свойств выбранных объектов или их элементов. Для этого составляются от 2-мерных (прямоугольник) до n-мерных матриц (морфологических таблиц), в которых по каждой оси наносят список всевозможных видов и форм важнейшей характеристики технического объекта или системы. Осями в этих таблицах являются эти списки. Клетки такой таблицы соответствуют вариантам технической или любой другой системы. Например, в нашем случае первая, вертикальная ось – виды интеграции, вторая, горизонтальная ось – этапы подготовки, третья, промежуточная – разновидности каждого вида интеграции.

Многоуровневость и многоэтапность – это два взаимосвязанных принципа, определяющих направления исследования. При этом под этапом будем понимать логически завершённый период времени обучения (исследования), в течение которого достигаются планируемые цели. Эти два принципа в общем случае отражают реализацию единства двух основных законов диалектики – закона взаимного перехода количественных и качественных изменений и отрицания отрицания. В педагогике отражение этих принципов имеет место в *принципах последовательности и систематичности*, в соответствии с которыми преподавание ведется в строгой логической последовательности с переходом от простого к сложному, а содержание обучения структурировано (на блоки, модули, разделы и др.).

**Выводы.** Таким образом, по результатам выполненного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Конкретизированная в статье модель методологической системы научных исследований, структурированная на 5 компонентов (целевой, концептуальный, содержательный, технологический, контрольно-аналитический), с указанием на ее иерархию позволяет для каждого конкретного исследования обосновать и выбрать необходимый инструментарий его реализации.
2. Разработана методологическая подсистема изучения проблемы подготовки студентов к ИИД, структурированная аналогично МС и включающая: а) научные подходы – интегрированный, междисциплинарный, системный, субстратный и др.; б) методы – гипотетико-дедуктивный, морфологического анализа и др., в) принципы многоуровневости – перехода с одной ступени высшего образования на другую и многоэтапности – перехода с одного более простого цикла обучения на более сложный.

3. Реализация разработанной методологической подсистемы изучения проблем подготовки студентов к ИИД в выполненных авторами ранее исследованиях позволила решить задачу обеспечения гарантированной подготовки студентов технических вузов к ИИД и повысить ее эффективность в перспективных исследованиях.

*Работа выполнена при поддержке проекта № 18-013-00342 Российского фонда фундаментальных исследований.*

### Список литературы

1. Наумкин Н.И., Кондратьева Г.А., Грошева Е.П. Обучение студентов вузов технологиям быстрого прототипирования как завершающий этап их подготовки к инновационной деятельности // Интеграция образования. 2018. Т. 22. № 3. С. 519-534.
2. Наумкин Н.И., Грошева Е.П. Точно сформулированная гипотеза исследования – залог успешного решения проблемы подготовки студентов к инновационной деятельности // Международный журнал экспериментального образования. 2018. № 5. С. 23-28.
3. Наумкин Н.И., Купряшкин В.Ф., Грошева Е.П. Методология научного творчества: учебник. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2015. 200 с.
4. Дмитриева И.В. Структура инновационной деятельности в составе инженерной подготовки бакалавра // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 1. [Электронный ресурс]. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=8543> (дата обращения: 09.08.2019).
5. Щелков А.И. Применение метода морфологического анализа при разработке веб-проектов // Молодой ученый. 2018. № 45. С. 22-25.
6. Кузьбожев Э.Н., Сухорукова О.А., Клевцова М.Г., Бабич Т.Н. Применение морфологического анализа для развития региональных исследований // Экономический анализ: теория и практика. 2007. № 10 (91). С. 32-44.
7. Садыкова В.А. Реализация дидактических принципов при профессиональном обучении с использованием информационных технологий // Вестник Казанского технологического университета. 2009. № 6. С. 335-340.
8. Сюпова М.С., Бондаренко Н.А., Уразова К.А. Современная структура высшего образования: преимущества и недостатки // Ученые заметки ТОГУ. 2014. Т. 5. № 2. С. 297-301.
9. Иванов С.Ю. Проявление основных законов диалектики в научном познании // Вестник ОГУ. 2008. № 7. [Электронный ресурс]. С. 75-79.