

Департамент образования и науки города Москвы
Государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования города Москвы
«Московский городской педагогический университет»
Самарский филиал

С. А. Пиявский

ВВЕДЕНИЕ
В ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Учебник

Текстовое учебное электронное издание

Самара
2022

УДК 37.03+004+008
ББК 72+74
П32

*Издается по решению
Ученого совета СФ ГАОУ ВО МГПУ*

П32 Пиявский С. А.
Введение в исследовательскую деятельность: учебник / С. А. Пиявский. –
Электрон. текстовые данные (7,37 МБ). – Самара: СФ ГАОУ ВО МГПУ, 2022. –
URL: https://samara.mgpu.ru/files/library_elektron/ID/Piyavskij_ID.pdf

ISBN 978-5-6045663-7-4

Учебник отражает содержание оригинального курса, который автор читал в течение нескольких десятилетий в различных университетах технического и гуманитарного профиля. Курс отличается от аналогичных традиционных курсов тем, что отражает возникающие в настоящее время новые инструменты для выявления и вовлечения в исследовательскую деятельность мотивированной молодежи на базе активно формируемой в условиях информационного общества единой развивающей научно-образовательной среды для творчески одаренной молодежи.

Учебник может быть полезен преподавателям при разработке курсов аналогичного направления, студентам, изучающим соответствующие дисциплины, а также научным работникам и специалистам в сфере образования, системного анализа, интеллектуальных информационных систем и когнитивных технологий.

УДК 37.03+004+008
ББК 72+74

Текстовое учебное электронное издание

Самарский филиал ГАОУ ВО МГПУ,
443081, г. Самара, ул. Стара-Загора, 76.

Формат 60x90¹/₈. Гарнитура Times New Roman. Усл. печ. л. 25,25.

© СФ ГАОУ ВО МГПУ, 2022

© С. А. Пиявский, 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

<i>Предисловие</i>	5
<i>Введение</i>	6
<i>1. Исследовательская, учебно-исследовательская и продвинутая учебно-исследовательская деятельность</i>	9
1.1. Переход в информационное общество	9
1.2. Исследовательская деятельность	12
1.3. Учебно-исследовательская деятельность	14
1.4. Виртуальная интеллектуальная научно-развивающая образовательная среда	15
1.5. Продвинутая учебно-исследовательская деятельность	18
1.6. Возраст молодого исследователя	20
1.7. Облик молодого исследователя	25
1.9. Самостоятельная работа «Выбор возможной темы для своей научно-исследовательской работы»	30
2. <i>Результат исследовательской деятельности и его оценка</i>	30
2.1. Диссертация и научная статья как формы представления результата исследовательской деятельности	30
2.2. Рекомендации по представлению результатов исследования в научных статьях	32
2.2.1. <i>Всероссийский форум научной молодежи «Шаг в будущее» и Национальное соревнование молодых ученых Европейского Союза</i>	32
2.2.2. <i>Областной конкурс «Взлет» исследовательских проектов обучающихся образовательных организаций в Самарской области</i>	34
2.3. Критерии оценки творческого результата исследовательской деятельности	35
2.3.1. <i>Всероссийский форум научной молодежи «Шаг в будущее» и Национальное соревнование молодых ученых Европейского Союза</i>	35
2.3.2. <i>Всероссийский научно-технологический конкурс проектов «Большие вызовы»</i>	35
2.3.3. <i>Всероссийский конкурс исследовательских и проектных работ учащихся «Юность, наука, культура»</i>	39
2.3.4. <i>Онлайн-конструктор тем исследовательских работ для учащихся и педагогов</i>	39
2.4. Обобщенная система 15 критериев для оценки творческого уровня научно-исследовательской работы (проекта)	40
2.5. Самостоятельная работа «Выбор и реферирование научной статьи»	47
3. <i>Структура исследовательской деятельности</i>	48
3.1. Функции исследовательской деятельности	48
3.2. Уровни исследовательской деятельности	53
3.3. Мотивация к исследовательской деятельности	55
3.4. Другие существенные психологические свойства личности исследователя	57
3.5. Эрудиция, кругозор и социализация исследователя	61
3.5.1. <i>Региональная система развития кругозора и социализации молодых исследователей</i>	61
3.5.2. <i>Структура и направления деятельности вузов, предприятий и научно-информационного центра</i>	64
3.5.3. <i>Этапы функционирования системы «Студент и труд»</i>	66
3.5.4. <i>Показатели текущей сформированности кругозора и социализации молодого исследователя</i>	67
3.5.5. <i>Индекс перспективности взаимодействия студента с предприятием</i>	68
3.9. Самостоятельная работа «Выяснение некоторых своих психологических характеристик»	69
4. <i>Некоторые математические методы многокритериального анализа и выбора</i>	69
4.1. Постановка задачи многокритериальной сравнительной оценки объектов	69
4.2. Метод аналитической иерархии (АНР)	72
4.3. Идеи метода уверенных суждений при универсальных коэффициентах важности критериев (МУС-УКВ)	75
4.4. Таблицы универсальных коэффициентов важности критериев	78
4.5. Методика расчета универсальных коэффициентов важности критериев	84
4.6. Порядок применения метода МУС-УКВ	92

4.7. Самостоятельная работа «Постановка и решение задачи многокритериального выбора»	93
5. <i>Наукометрический портрет молодого исследователя</i>	93
5.1. Педагогическая концепция выявления и направляемого развития молодых исследователей в развивающей научно-образовательной среде	93
5.2. Основные исходные данные для расчета наукометрического портрета	95
5.3. Наукометрический анализ научно-исследовательской работы	100
5.3.1. <i>Расчет творческого индекса научно-исследовательской работы</i>	100
5.3.2. <i>Расчет структуры и индекса сформированности исследовательских компетенций</i>	106
5.4. Программа анализа структуры научно-исследовательской работы	115
5.5. Наукометрический портрет молодого исследователя	122
5.6. Годичный цикл развития молодого исследователя в системе «АРИСТЕЙ»	133
5.7. Самостоятельная работа «Расчет структуры и творческого рейтинга НИР»	143
5.8. Самостоятельная работа «Построение наукометрического портрета»	152
6. <i>Математическое моделирование формирования исследовательских компетенций в процессе исследовательской деятельности</i>	153
6.1. Общие положения	153
6.2. Фазовые переменные и управления	155
6.3. Дифференциальные связи	157
6.3.1. <i>Уравнения квалификации</i>	157
6.3.2. <i>Одномерная модель развития квалификации</i>	164
6.4. Уравнение мотивации	165
6.5. Двумерная модель развития компетенций	166
6.6. Трехмерная модель развития компетенций	170
6.7. Семестровая оптимизационная модель	172
6.8. Многоуровневая модель развития исследовательской квалификации	175
6.9. Компьютерная программа оптимального многоуровневого планирования исследовательской деятельности на длительный период	178
6.10. Типовая оптимальная стратегия формирования научных компетенций	185
6.10.1. <i>Обзорная исследовательская работа (1-й курс)</i>	185
6.10.2. <i>Поисковая исследовательская работа (2–3-й курсы)</i>	186
6.10.3. <i>Постановочная исследовательская работа (4-й курс)</i>	189
6.10.4. <i>Синтезирующая исследовательская работа (5–6-й курсы)</i>	190
6.11. Компьютерная программа оптимального планирования исследовательской деятельности на начальном уровне на четыре года (десятимерная модель)	194
6.12. Самостоятельная работа «Планирование стратегии развития исследовательских компетенций с использованием трехмерной модели»	198
6.13. Самостоятельная работа «Планирование стратегии развития исследовательских компетенций с использованием десятимерной модели»	198
<i>Литература</i>	201

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящий учебник отражает содержание оригинального курса, который автор читал в течение нескольких десятилетий, непрерывно обновляя и обогащая в соответствии с научно-техническим и социальным прогрессом общества, в Самарском государственном архитектурно-строительном университете, Самарском государственном техническом университете и продолжает читать в Самарском филиале Московского городского педагогического университета.

Курс во многом отличается от аналогичных традиционных курсов, которые имеют высокое качество, доступны через Интернет или легко там приобретаются и потому не нуждаются в еще одном воспроизведении содержащейся в них информации. Предлагаемый курс отличается от них тем, что отражает возникающие в настоящее время новые инструменты для выявления и вовлечения в исследовательскую деятельность мотивированной молодежи на базе активно формируемой в условиях информационного общества единой развивающей научно-образовательной среды для творчески одаренной молодежи.

Гуманитариев при первом беглом пролистывании учебника может смутить большое количество формул и таблиц в четвертом – шестом разделах. Они предназначены для тех читателей естественно-научного и технического профиля, которые пожелают разобраться в обосновании описываемых в учебнике методов. Применение же самих методов не требует никаких математических знаний, поскольку эти знания «запаяны» в несколько специальных компьютерных программ, перечисленных во введении. Так что гуманитарии могут «формульные страницы» просто пропускать.

Что же касается большого количества информации, компактно сводимой в таблицы для лучшего восприятия, то это и является основным достоинством описываемых методов. Информация позволяет развивающейся личности полноценно и объективно оценивать себя и свои перспективы, творческий уровень результатов своей исследовательской деятельности, на этой основе сознательно планировать свое творческое развитие, непрерывно оценивать и корректировать его ход, добиваясь максимальных результатов.

ВВЕДЕНИЕ

Подталкиваемое пандемией, человечество все более стремительно вступает в новый этап развития – информационное общество, а на горизонте уже явственно вырисовываются контуры следующего этапа – общества знаний, в котором основным производимым и потребляемым товаром является не информация, а знания. Соответственно, исследовательская деятельность приобретает все большее значение и большую ценность. Как и все процессы в жизни общества, сама исследовательской деятельности при этом стремительно меняется, что должно найти отражение и в формах и методах ее преподавания. Инфокоммуникационные технологии не только стирают территориальные, отраслевые, возрастные и статусные границы, но и создают возможность использования интеллектуальных высокотехнологичных инструментов для моделирования и управления сложными социальными, в том числе психолого-педагогическими, процессами.

Эти соображения легли в основу учебной дисциплины «Введение в исследовательскую деятельность», для которой написан данный учебник.

Дисциплина и учебник носят авторский характер и отражают более чем пятидесятилетний опыт преподавательской и научной работы автора в должностях доцента, профессора, заведующего кафедрой и декана факультета в областях математики, вычислительной техники, информационных систем и технологий технического и гуманитарного вузов, научного руководителя межвузовской лаборатории (центра), городской и областной систем выявления, развития и вовлечения в инновационную деятельность творчески одаренной молодежи в сфере науки и техники.

В основе подхода автора к дисциплине лежит введенное в ней понятие продвинутой учебно-исследовательской деятельности как переходного отрезка пути от обычно понимаемой учебно-исследовательской деятельности к «взрослой» научно-исследовательской, которую в нынешних условиях общество может, желает и должно предоставить наиболее одаренной научно-мотивированной молодежи.

Продвинутая учебно-исследовательская деятельность – это форма системной, ориентированной на ряд лет организационной и научно-направляемой самостоятельной деятельности мотивированного школьника или студента, которая:

- поддерживается специально организованной единой развивающей научно-образовательной средой в рамках вуза, региона, отрасли, страны;
- связана с последовательным решением исследовательских задач с заранее неизвестными результатами, возрастающей новизной, актуальностью и сложностью;
- предполагает научно-обоснованную унифицированную оценку как развивающего эффекта, так и научной значимости этой деятельности.

Вести молодежь по этому отрезку пути могут только учителя, преподаватели, ученые и специалисты, которые, будучи еще студентами, поняли его специфику, общие принципы и основные механизмы.

Соответствующий учебный курс должен положить начало этой части их профессиональной подготовки. Но не зря в богатом смыслами русском языке понятие «введение» имеет два смысла. Можно «ввести в курс», то есть рассказать о чем-то, сообщить какую-то информацию. В этом смысле наш учебный курс рассказывает о содержании исследовательской деятельности. Но есть и второй смысл: «ввести в семью», «ввести в высшее общество», то есть помочь стать частью некоего сообщества. В нашем контексте – сообщества исследователей. Предлагаемый читателю курс направлен и на это, побуждая каждого обучаемого проверить себя, а не таится ли в нем будущий великий исследователь, и, может быть, сделать первый решающий шаг по этому пути.

Итак, дисциплина предназначена в основном для студентов младших курсов педагогических направлений подготовки и преследует основную **цель** – формирование у будущих учителей и преподавателей вузов базовых исследовательских компетенций и компетенций по

выявлению и развитию исследовательских способностей в сфере науки, техники и экономики у обучающихся основной, старшей и высшей школы с использованием ИКТ.

Задачи дисциплины:

- освоение обучающимися теории и практики продвинутой учебно-исследовательской деятельности применительно к своим собственным возможностям;
- освоение обучающимися основных принципов организации и использования развивающей научно-образовательной среды творчески одаренной молодежи.

Выполнение первой задачи является «несущей частотой» всего курса, источником познавательного интереса обучающихся, связанного с выяснением своих творческих возможностей и перспектив.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

быть способен:

- управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни;
- участвовать в разработке основных и дополнительных образовательных программ, разрабатывать отдельные их компоненты (в том числе с использованием информационно-коммуникационных технологий);
- организовывать совместную и индивидуальную учебную и воспитательную деятельность обучающихся, в том числе с особыми образовательными потребностями, в соответствии с требованиями федеральных государственных образовательных стандартов;

знать:

- направления развития системы образования в информационном обществе;
- структуру исследовательской деятельности в сфере науки и техники и особенности выявления творчески одаренной молодежи в сфере науки и техники и развития ее способностей с использованием интеллектуальных инфокоммуникационных технологий;
- первоначальную оценку собственных индивидуальных возможностей в области исследовательской деятельности и рекомендации по их развитию;

уметь:

- консультировать творчески одаренных обучающихся в использовании ими современной научно-образовательной развивающей среды творчески одаренной молодежи;

владеть:

- умением критически и конструктивно анализировать образовательные процессы в образовательной сфере с позиций новаторского использования инфокоммуникационных технологий.

Учебник предназначен для использования параллельно с «живым» обучением по соответствующей дисциплине безразлично, в каком формате – офлайн или онлайн. Двухлетний опыт ее преподавания, в связи с пандемийными ограничениями исключительно дистанционно, показал, что, адекватно используя электронную почту и ТИМС, вполне возможно обеспечить успешное обучение. Чтение же учебника без прохождения самого курса может быть полезно лишь в ознакомительном плане.

К сожалению, как показывает опыт, студенты гуманитарных направлений подготовки и даже некоторые специалисты гуманитарного профиля «пугаются» математических формул. Это не должно их беспокоить применительно к настоящему учебнику и связанному с ним учебному курсу, потому что математизированные разделы подаются при «живом преподавании» применительно к уровню аудитории так, что понимание не страдает, а для применения полученных знаний оказывается достаточным четырех действий арифметики.

При чтении учебника в отрыве от курса все формулы можно просто пропускать. Введена же необходимая математическая часть не только для полноты и аргументированности изложения, но и для возможности использования учебника в более математически подготовленной аудитории – магистрантов, аспирантов, специалистов, слушателей системы повышения квалификации и дополнительного образования, когда учебный курс преподается при большем количестве часов и ставит перед собой более сложные цели.

В преподаваемом курсе используются шесть компьютерных программ:

«Анализ НИР» – анализ творческой структуры и творческого индекса научно-исследовательской работы (проекта);

«Наукометрический портрет» – формирование наукометрического портрета творческой личности;

«Развивающая исследовательской деятельности – 1» – оптимальное планирование развивающей исследовательской деятельности на первом (начальном) уровне;

«Развивающая исследовательской деятельности – 4» – оптимальное планирование развивающей исследовательской деятельности на всех четырех уровнях;

«Рекомендации – вуз» и «Рекомендации – предприятие» – формирование рекомендаций для старших школьников по выбору вуза и для студентов по взаимодействию с предприятиями/организациями.

Первые четыре из них подробно описаны в учебнике и используются при выполнении самостоятельных заданий, которые являются «становым хребтом» всего курса и обеспечивают его освоение.

Все программы работают в среде Excell, что не только облегчает их освоение обучаемыми, но и открывает перед желающими широкие возможности их модернизации и содержательного развития, дает стимул к собственной первоначальной исследовательской деятельности.

Изложенный в учебнике материал является плодом работы не только автора, но и участников различных научных коллективов, возглавляемых им на протяжении десятилетий, а также отдельных лиц. Упомянуть всех, внесших за это время свою лепту, невозможно, поэтому выражу благодарность за совместную плодотворную работу лишь моим коллегам последних нескольких лет. Это Г. В. Акопов, Е. А. Гуськов, Л. Е. Загребова, С. Р. Кирюков, Г. Е. Козловская, Р. В. Комаров, О. А. Корнилова, А. С. Кузнецов, Г. А. Кулаков, Н. В. Липина, Л. Ю. Ляшко, А. Ю. Смолькова.

1. Исследовательская, учебно-исследовательская и продвинутая учебно-исследовательская деятельность

1.1. Переход в информационное общество

Исследовательская деятельность становится в настоящее время все более распространенной. Это вызвано тем, что человечество в процессе своей эволюции переходит, в разных странах с разной скоростью и полнотой, к новому типу развития – обществу знаний (рисунок 1.1).

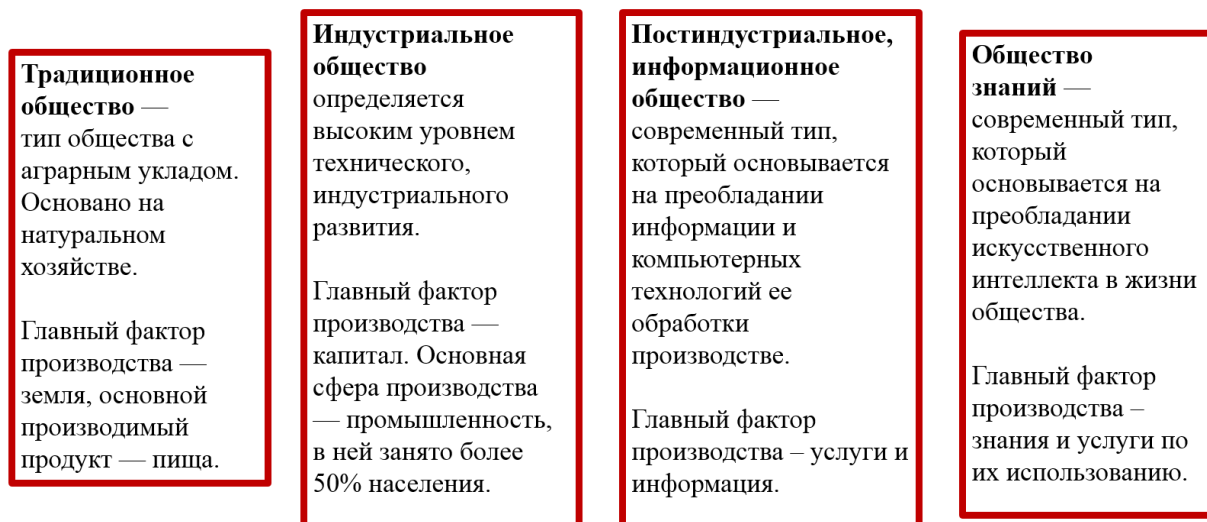


Рисунок 1.1 – Этапы развития человечества

Главным фактором, определяющим жизнь человека в обществе знаний, становятся не пища, не материальные блага и удобства и даже не информация в своем сыром или частичного переработанном виде (как, например, у курьера, разносящего заказы по адресам), а непрерывно и в быстром темпе обновляющиеся знания. Существует ряд разнообразных видов и трактовок понятия «знание», однако в наиболее распространенной трактовке знание – «это соответствующее реальному положению дел (т. е. истинное), обоснованное фактами и рациональными аргументами убеждение человека» (Большая российская энциклопедия). Его еще можно определить как отражение реальности в сознании человека. В таком понимании у разных людей относительно одного и того же предмета знание разное (студентам это совершенно понятно), но в рамках нашей учебной дисциплины речь идет о научном знании как части общественного сознания, а под «человеком» следует понимать представителя наиболее авторитетной в обществе в конкретный исторический период группы людей.

Таким образом, в историческом аспекте знание подвижно, а в обществе знаний оно становится ведущей частью производительных сил общества, а также товаром, который можно производить и потреблять. Примером такого товара является так называемое «ноу-хау» – сведения любого характера о результатах интеллектуальной деятельности в научно-технической сфере, имеющие действительную или потенциальную коммерческую ценность из-за их неизвестности третьим лицам.

Другим примером является появление «больших данных», или BigData, то есть фантастических объемов информации, накапливаемой в Интернете в результате непрерывной фиксации происходящих в мире процессов, явлений, фактов. Возникнув в период информационного общества, эти данные вначале использовались непосредственно в «сыром виде» с помощью достаточно простых поисковых алгоритмов. Но буквально за десятилетие уже потребовалось создания интеллектуальных средств высокого уровня (например, распознавания образов) для их концентрированного переосмысливания и извлечения из этих наборов фактов некоторых обобщающих закономерностей, то есть знаний, на основе которых можно делать достоверные предсказания и выводы.

Переход к обществу знаний подтверждают, в частности, данные, характеризующие темпы роста знаний за исторически длительный период. С начала нашей эры до середины XVII века произошло удвоение общего объема знаний человечества, второе удвоение произошло в начале прошлого века, то есть всего за два с половиной столетия, а третье удвоение состоялось уже всего за полвека – к середине прошлого века. В настоящее время объем накопленных знаний увеличивается каждые 2–3 года (URL: <https://www.ixbt.com/news/soft/index.shtml?15/45/24%20или%20https://rg.ru/2013/05/14/infa-site.html>).

О росте числа исследователей и объема исследований в передовых странах свидетельствуют данные, приведенные на рисунках 1.2–1.5.

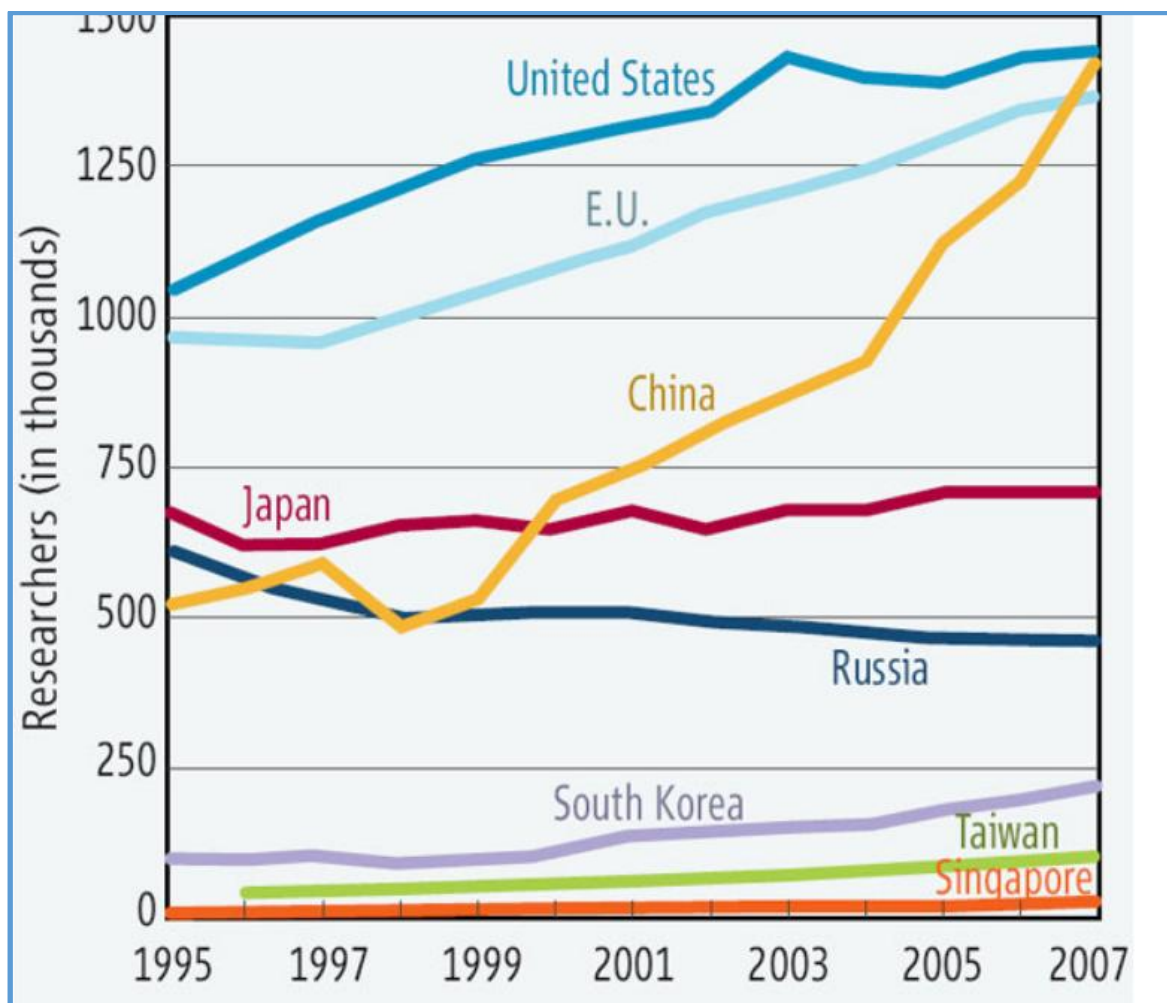


Рисунок 1.2 – Динамика роста числа научных работников в странах мира (в тысячах человек) (URL:

https://elementy.ru/novosti_nauki/431243/Mirovaya_statistika_nauchno_tekhnicheskogo_razvitiya_Kitay_rvetsya_vpered_Rossiya_sdaet_pozitsii)

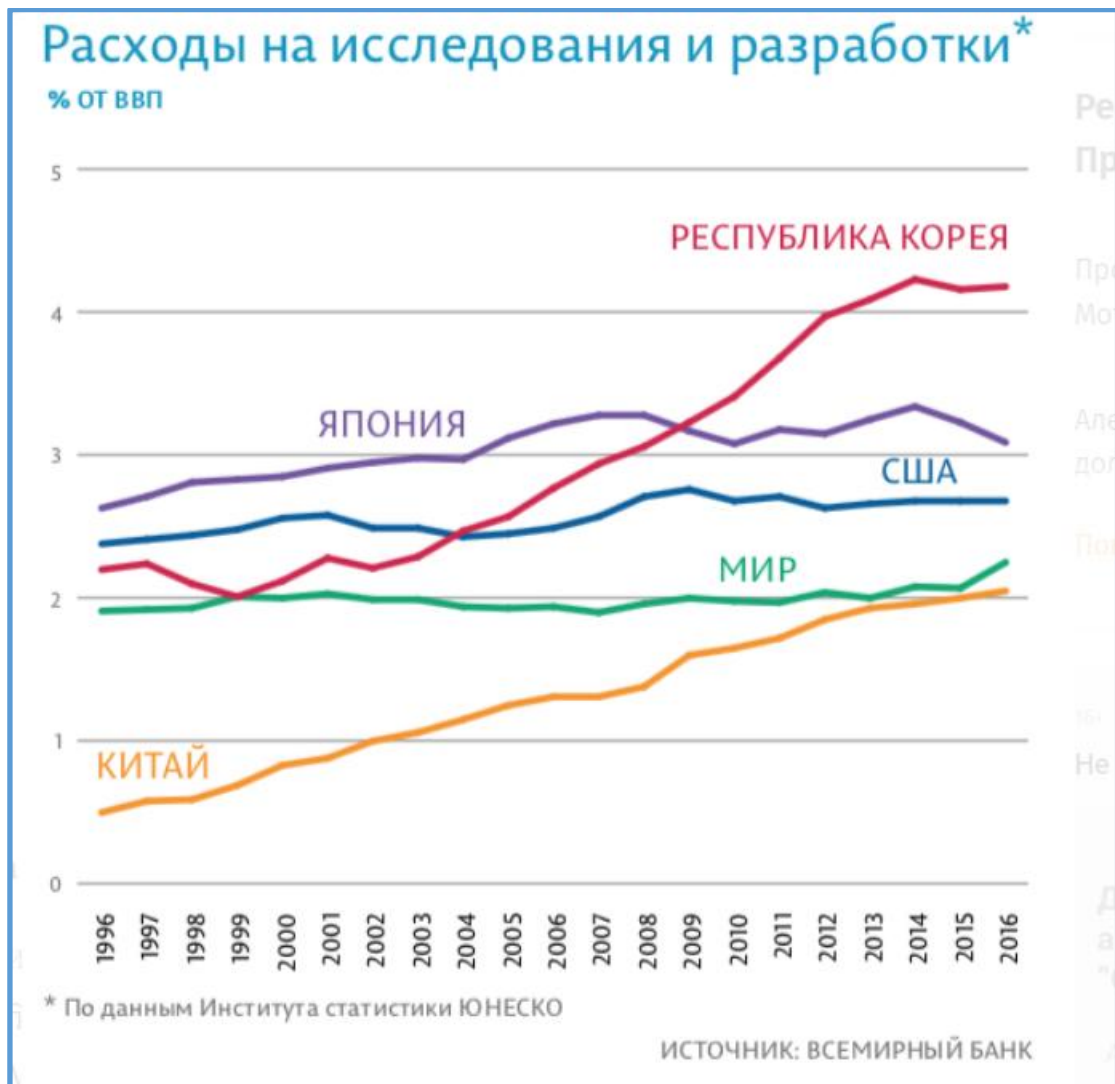


Рисунок 1.3 – Рост расходов на исследования и разработки (в % к ВВП) по данным Института статистики ЮНЕСКО (источник – Всемирный банк)

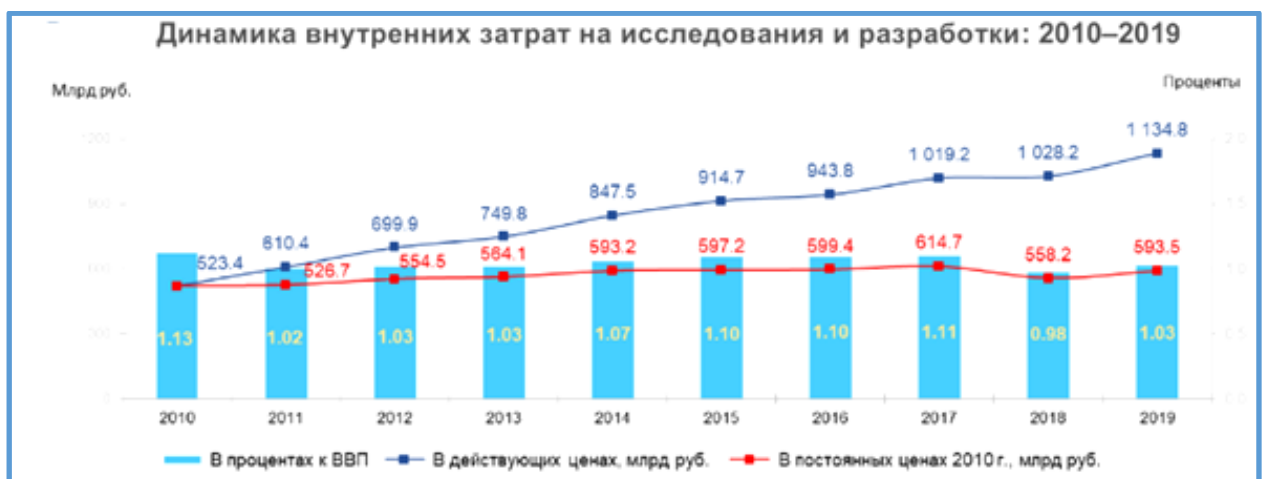


Рисунок 1.4 – Динамика внутренних затрат в России на исследования и разработки (млрд руб.) (URL: <https://issek.hse.ru/news/408283757.html>)

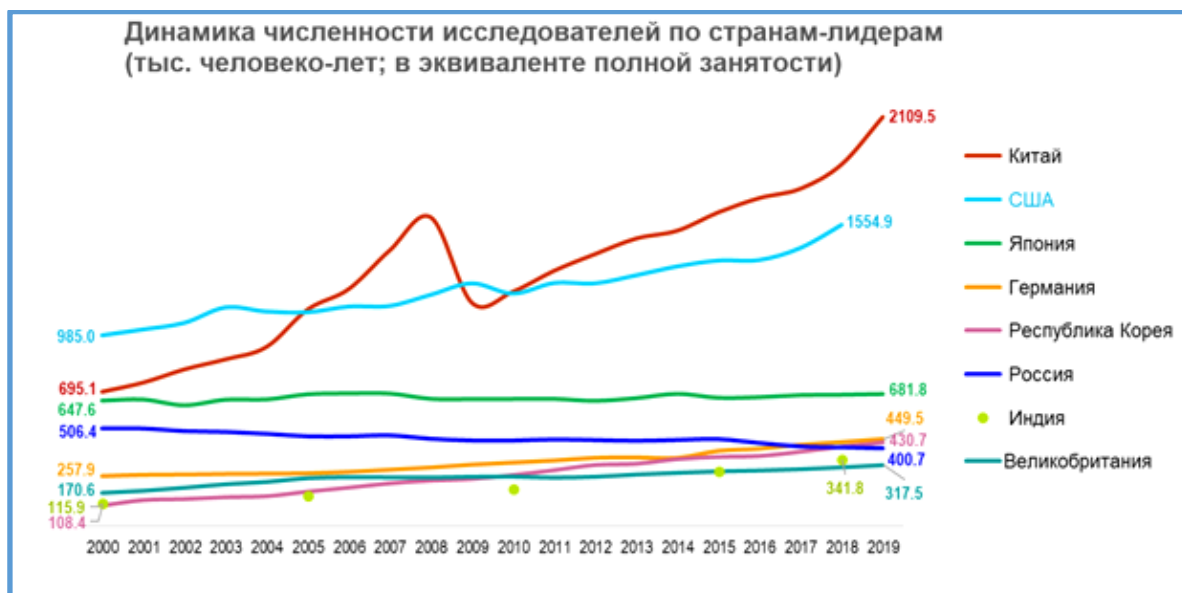


Рисунок 1.5 – Динамика численности исследователей по странам – лидерам (тыс. человеко-лет в эквиваленте полной занятости) (URL:

[https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:R&D_\(%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BE%D0%BA\)\)](https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:R&D_(%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BE%D0%BA))))

1.2. Исследовательская деятельность

Исследовательская деятельность является основным двигателем, переводящим человеческое общество в общество знания. Приведем два определения исследовательской деятельности.

Первое из них принадлежит И. А. Зимней:

Исследовательская деятельность – это «специфическая человеческая деятельность, которая регулируется сознанием и активностью личности, направлена на удовлетворение познавательных интеллектуальных потребностей. Продуктом [этой деятельности] является новое знание, полученное в соответствии с поставленной целью и в соответствии с объективными законами и наличными обстоятельствами, определяющими реальность и достижимость цели» (Зимняя, 2001).

Признавая его ценность первого с позиции цели нашего учебного курса, подчеркивающую центральное положение индивидуальной личности конкретного исследователя, полагаем, что его полезно несколько расширить.

Прежде всего необходимо отразить тот факт, что исследовательская деятельность неотрывно связана с социумом. Даже в самые далекие времена исследователь существовал в окружении некоторого сообщества, которому передавал полученные им результаты и имел статус именно в связи с этим вкладом в функционирование сообщества. В античный период обмен идеями, дискуссии, споры стали органической составляющей жизни ученого. Затем появились университеты, научная переписка, научно-исследовательские лаборатории и целые специализированные научно-исследовательские и проектные организации, международные научные коллективы и т. п.

С позиций нашего учебника важно обратить внимание и на то, что, говоря об удовлетворяемых потребностях, следует иметь в виду потребности не только самого исследователя (в том числе, помимо духовных, и материальные), но и общества, которое в лице взаимодействующих с исследователем отдельных людей и институтов также заинтересовано в удовлетворении своих разнообразных потребностей, связанных с этим взаимодействием.

Хотелось бы также расширить отмеченный в определении И. А. Зимней целевой характер исследовательской деятельности, заменив слова «поставленной целью» словами «поставленной или модифицированной/сформировавшейся в процессе самой исследовательской деятельности целью». И, наконец, рассмотрим расстановку акцентов в перечислении характерных признаков исследовательской деятельности в этом определении, нашедшую отражение в очередности перечисления характерных признаков исследовательской деятельности. На первое место в нем поставлена личность исследователя, на второе – ее целевой характер. Эта расстановка отражает угол зрения авторов определения – психологов. Но с переходом к обществу знания резко возросла потребность всего общества в исследовательской деятельности. Поэтому целесообразно поменять местами составляющие определения.

Таким образом, несколько модифицировав, примем определение И. А. Зимней в следующем виде: **исследовательская деятельность** – это специфическая, протекающая в специальной среде человеческая деятельность:

– продуктом которой является новое знание, полученное в соответствии с поставленной целью и в соответствии с объективными законами и наличными обстоятельствами, определяющими реальность и достижимость цели, поставленной заранее или модифицированной/сформировавшейся в процессе самой деятельности,

– которая регулируется сознанием и активностью личности и направлена на удовлетворение познавательных интеллектуальных и иных потребностей личности и различных институтов общества.

Второе определение характеризует исследовательскую деятельность через понятие творчества, под которым принято понимать «деятельность человека, создающую новые материальные и духовные ценности, обладающие общественной значимостью» (БСЭ, т. 42, с. 54). Е. П. Ильин (Ильин, 2011) различает научное, техническое, художественное, музыкальное, литературное, педагогическое творчество с различными их подвидами, которые частично взаимодействуют между собой. С этих позиций исследовательская деятельность есть совокупное понятие, характеризующее научное и техническое творчество. Е. П. Ильин характеризует их следующим образом: «Научное творчество связано с открытием явлений и общих закономерностей развития реального мира. Среди особенностей научного творчества назовем следующие:

- опора на абстрактное, словесно-логическое мышление при решении научно-исследовательской задачи;
- продуктом научного творчества является новое знание, существующее в виде образов, понятий, умозаключений, теорий и абстрактных идей;
- результатом исследования является получение нового знания или открытия;
- процесс научного творчества заключается в исследовании реально существующего, но недоступного еще нашему сознанию (непознанного). Процесс научного исследования может носить как эмпирический, так и теоретический характер.

Эмпирическое исследование является результатом осмысления и обобщения непосредственной практической работы с изучаемым объектом в процессе наблюдения и эксперимента.

Теоретическое исследование связано с совершенствованием и развитием понятийного аппарата науки и опосредованным познанием объективной реальности, с разработкой теорий на основе материала эмпирического исследования;

- научное творчество чаще всего бывает коллективным, так как даже выдвигаемые отдельными учеными гипотезы, теории, выявляемые факты подвергаются обсуждению, рецензированию, критике со стороны коллег;
- имеется историческая предопределенность научных открытий, обусловленная необходимостью прогресса общества на том или ином этапе его развития;
- часто научные идеи и открытия опережают свое время, в результате чего редко оцениваются современниками и получают подтверждение лишь через несколько десятилетий, и для многих выдающихся ученых слава часто бывает лишь посмертной».

Цитируемые Е. П. Ильиным В. Р. Ирина и А. А. Новиков специфику научного творчества видят в следующем:

«1. Акт научного творчества с необходимостью предполагает использование интуитивного знания.

2. Результатом научного творчества является принципиально новое научное знание, объективно новое в «контексте всей истории» человеческого познания.

3. Критерий неповторимости при анализе научного творчества применим только к самому процессу научного творчества, но не к его результату.

Научное творчество – наивысший акт познания, характеризующийся оригинальностью, неповторимостью способов получения принципиально нового научного знания и повторяемостью их результатов, акт, в основе которого лежит процесс преобразования интуитивного знания» (Ильин, 2011, с. 157).

Для научного творчества более всего подходит изречение, что всякая истина начинается в качестве абсурда, а заканчивается в качестве предрассудка.

Техническое творчество связано с практическим (технологическим) преобразованием действительности. Оно близко по своим психологическим характеристикам научному творчеству, но имеет и отличия.

1. Оно опирается на наглядно-образные и наглядно-действенные компоненты мышления.

2. Процесс технического творчества выражается в изобретательстве, конструировании, а его продуктом является изобретение механизмов, конструкций, отвечающее запросам практики. Отсюда его рациональность и утилитарность.

3. То, что изобретается, не существует до его создания, хотя и опирается на уже имеющийся технический базис, на достигнутый уровень технического прогресса».

1.3. Учебно-исследовательская деятельность

В понимании этих двух приведенных выше определений исследовательская деятельность является, в полном смысле этого слова, делом зрелых людей, уже полностью сложившихся как специалисты-профессионалы, называемых научными работниками, учеными. Однако во всем мире, в том числе и в нашей стране, миллионы подростков и молодых людей с энтузиазмом также занимаются деятельностью, которую называют научно-исследовательской.

Ясно, что за исключением случаев фантастической талантливости студенты младших курсов и тем более школьники не могут вести исследовательскую деятельность в полноценном ее понимании. Тем не менее в широких масштабах мотивированные учащиеся школ и вузов выполняют научно-исследовательские работы и проекты и с успехом представляют их на региональные, национальные и международные конференции и конкурсы, на которых получают весомые гранты на продолжение и развитие этих работ. Дело в том, что они занимаются не научно-исследовательской, а учебно-исследовательской деятельностью.

В Интернете сегодня можно найти ставшее традиционным развернутое понимание этого термина, которое мы приведем в изложении О. Л. Кекух ([URL: https://nsportal.ru/shkola/rodnoy-yazyk-i-literatura/library/2012/10/31/organizatsiya-tvorcheskoy-issledovatel'skoy](https://nsportal.ru/shkola/rodnoy-yazyk-i-literatura/library/2012/10/31/organizatsiya-tvorcheskoy-issledovatel'skoy)). В различных вариантах и фрагментах оно встречается в Сети настолько часто, что определить его «первоначального» автора невозможно.

Учебно-исследовательская деятельность (синонимы, имеющие различные оттенки: исследовательская или научно-исследовательская, или проектно-исследовательская деятельность учащихся, или обучающихся, или студентов, или школьников) – это «такая форма организации учебно-воспитательной работы, которая связана с решением учениками творческой, исследовательской задачи с заранее неизвестными результатами и предполагающая наличие основных этапов, характерных для научного исследования: постановку проблемы, изучение теории, посвященной данной проблематике, подбор методик исследования и прак-

тическое овладение ими, сбор собственного материала, его анализ и обобщение, научный комментарий, собственные выводы.

Учебно-исследовательская деятельность – это самостоятельная поисковая деятельность, направленная на создание качественно-новых ценностей, важных для развития личности, и ориентирующая каждого ученика на достижение индивидуально-личностных успехов. Ее эффективность возможна при выполнении определенных условий:

- 1) ученик должен хотеть проводить исследование (система мотиваций),
- 2) ученик должен уметь это делать (сформированные компетенции),
- 3) ученик должен получить удовлетворение от проделанной работы (система оценки).

Главными задачами учебно-исследовательской работы являются:

- 1) развитие аналитического и критического мышления учащихся в процессе творческого поиска и проведения исследований,
- 2) выявление одаренных детей и обеспечение реализации их творческого потенциала».

1.4. Виртуальная интеллектуальная научно-развивающая образовательная среда

Как видим, оба понятия близки и отличаются в основном лишь одним компонентом. В определении «взрослой» исследовательской деятельности под новизной результата подразумевается его общественно значимая новизна, необходимая, в конечном счете, для развития общества, а в определении учебно-исследовательской деятельности – индивидуально значимая новизна, необходимая лишь для развития автора работы. Где проходит возрастная граница между этими двумя видами деятельности, где перебрасывается мостик между ними? Каким образом она стирается для одаренной личности по мере ее взросления и реализации своего интереса к исследованиям?

В ответе на этот вопрос существенную роль играет тот факт, что в условиях информационного общества в развитых странах, в том числе и в России, поразительно быстро стала формироваться виртуальная интеллектуальная научно-образовательная развивающая среда. Наиболее близким (для автора) ее примером [19; 20] является Самарская областная система мер по выявлению, развитию и включению в инновационную деятельность творчески одаренной молодежи в сфере науки и техники (далее Единая система мер, ЕСМ).

Характерные особенности этой региональной среды таковы. ЕСМ строится на единой информационной платформе в Интернете, обеспечивающей все необходимые условия для взаимодействия молодых исследователей с учеными и преподавателями вузов и специалистами предприятий (организаций), заинтересованных в их развитии и привлечении в вузы (школьников) и на предприятия (в организации) (студентов). Взаимодействие построено на совместной исследовательской деятельности, в которой представители заинтересованных предприятий и организаций являются научными консультантами, предлагающими темы исследований и готовыми консультировать их разработку. Молодые исследователи – научно мотивированные школьники и студенты – ведут по этим темам исследовательскую работу, а их учителя (для школьников) и преподаватели (для студентов) выступают в роли их научных руководителей. Тем самым организуется мощный лифт, переводящий молодых исследователей в зоны ближайшего развития.

Но нужно, чтобы этот лифт двигался не толчками, не «дергался» и не «застревал» на одном и том же «этаже» – уровне развития молодого исследователя. Для этого в ЕСМ предусмотрена оценка динамики развития каждого ее молодого участника на объективной основе: не по количеству полученных им дипломов в единицу времени, а по содержательному и творческому результату выполняемых ежегодно исследовательских работ. Это достигается объективной оценкой несколькими рецензентами каждой представленной работы по научно-разработанной подробной системе критериев, как бы «универсальной шкале» измерения научного роста молодых исследователей.

А если, таким образом, в ЕСМ есть возможность измерять скорость научного роста, возникает задача ускорить и сделать более полноценным процесс развития каждого участни-

ка. Для ее решения на основе использования интеллектуальных инфокоммуникационных технологий, методов системного анализа, науковедения, математического и компьютерного моделирования и оптимизации в ЕСМ применяются специальные методики управляемого (точнее, научно направляемого) оптимального развития исследовательских способностей ее участников в школьно-вузовский период.

ЕСМ начала полноценно функционировать в Самарской области с 2015 года, но и в настоящий момент не достигла полной реализации ее замысла, определенного в Концепции, утвержденной в начале 2016 года.

В этой Концепции, в соответствии с Постановлением губернатора Самарской области от 30.10.2013 № 272 «Об образовании Координационного совета по работе с одаренной молодежью в сфере науки и техники при администрации губернатора Самарской области», ставилась задача повышения, на основе системной интеграции, эффективности функционирующих в Самарской области и новых механизмов выявления, развития и поддержки творчески одаренной молодежи, ее привлечения к решению задач социально-экономического, научно-технического и инновационного развития региона.

Концепция установила ряд дополнительных принципов построения ЕСМ, учитывающих первоочередные направления развития Самарской области, ее высокий научно-технический потенциал, накопленный опыт координации работы с творчески одаренной научной молодежью, в том числе с использованием телекоммуникационных технологий и интеллектуальных информационных систем, необходимость приоритетной концентрации интеллектуальных, кадровых, финансовых ресурсов на наиболее значимых направлениях:

- 1) поэтапность формирования ЕСМ;
- 2) координация и интеграция действующих механизмов работы с творчески одаренной молодежью на платформе персонального мониторинга ее развития;
- 3) развивающая продуктивная деятельность творчески одаренной молодежи;
- 4) индивидуальное научное руководство исследованиями и воодушевляющая перспективная тематика;
- 5) многолетнее целенаправленное дифференцированное индивидуальное управление развитием творчески одаренной молодежи;
- 6) базовая развивающая программа и индивидуальные планы развития молодых исследователей;
- 7) формирование положительных ценностных ориентиров молодежи.

В качестве основных системообразующих элементов ЕСМ были выдвинуты следующие:

1. Лидеры научно-технического и технологического прогресса – ведущие научные школы, предприятия и организации Самарской области, активно участвующие в системной подготовке творчески одаренных кадров в сфере науки, техники и технологий (далее – организации-лидеры).
2. Лидеры научно-технического и технологического прогресса – ведущие научные школы, предприятия и организации Самарской области, активно участвующие в системной подготовке творчески одаренных кадров в сфере науки, техники и технологий.
3. Губернаторский реестр творчески одаренной молодежи в сфере науки, техники и технологий.
4. Молодежные исследовательские микроколлективы.
5. Губернский конкурс достижений творчески одаренной молодежи в сфере науки, техники и технологий.
6. Система показателей уровня развития и результатов деятельности одаренной молодежи Самарской области.
7. Единый комплекс научно- и учебно-методических средств функционирования Системы.
8. Единый комплекс средств информационного обеспечения функционирования Системы.

9. Системообразующая политическая воля, обеспечивающая межвузовское и межотраслевое взаимодействие в рамках Системы.

10. Единый научно-методический координирующий рабочий орган.

В результате семилетнего (на момент написания данного учебника) периода функционирования ЕСМ удалось успешно реализовать ее первоочередные принципы и задачи, в том числе первые четыре из восьми, и первый, второй, третий (частично) и четвертый системообразующие элементы из девяти. В отношении остальных положений Концепции удалось приблизиться к их реализации, однако этому помешали происшедшие кадровые изменения в руководящем составе ЕСМ; кроме того, позднее образовавшиеся на общенациональном уровне передовые формы работы с творчески одаренной молодежью, такие как «Сириус», «Билет в будущее», «Профстажировки 2.0», система научно-образовательных центров «Инженерия будущего» как бы «впитали» в себя часть запланированного функционала, временно сделав менее актуальной его реализацию в рамках ЕСМ. Таким образом, жизнь подтвердила реальность и востребованность формирования вокруг научно-мотивированной молодежи единой научно-развивающей образовательной среды, отвечающей идеологии ЕСМ. Некоторые данные о результатах функционирования ЕСМ приведены на рисунках 1.6–1.9.

НМ-поддержка	ИИС «АСТРА»	Губернат. реестр	Губернский конкурс
Научно-метод. обеспечение и управление развитием	ОРБИТА	МС+{С}+К	Конкурсная оценка результатов творч. деятельн.
	ПОЛЕТ	{С}+П+К С+П+К С+П	
	ВЗЛЕТ	У+У+К У+У	
Творческий рейтинг участника Реестра			

Рисунок 1.6 – Общая структура ЕСМ

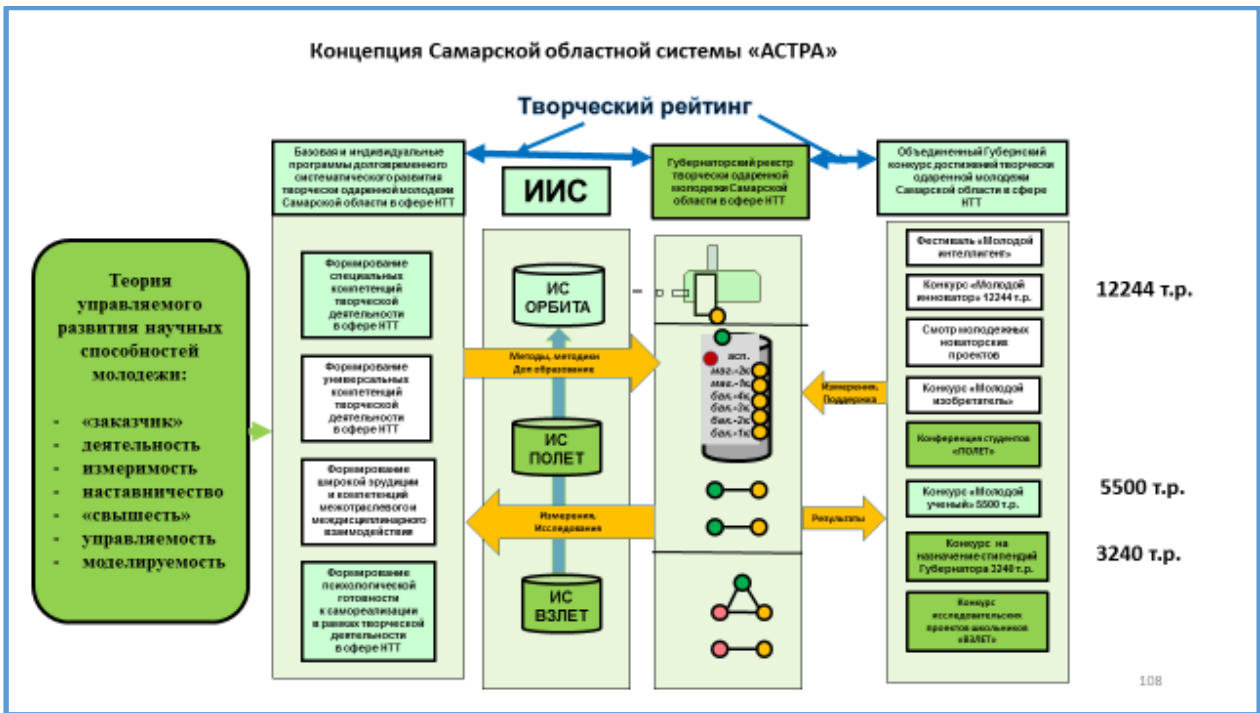
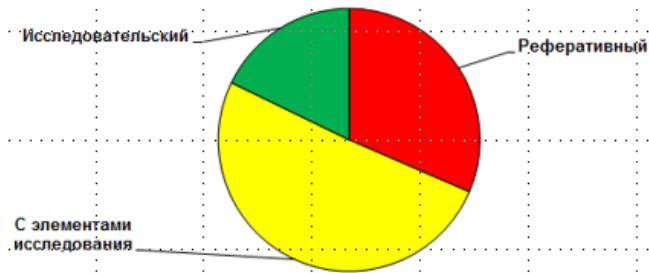


Рисунок 1.7 – Элементная структура ЕСМ

2015/16 учебный год, подпрограмма ЕСМ «ВЗЛЕТ»



2016/17 учебный год, подпрограмма ЕСМ «ВЗЛЕТ»

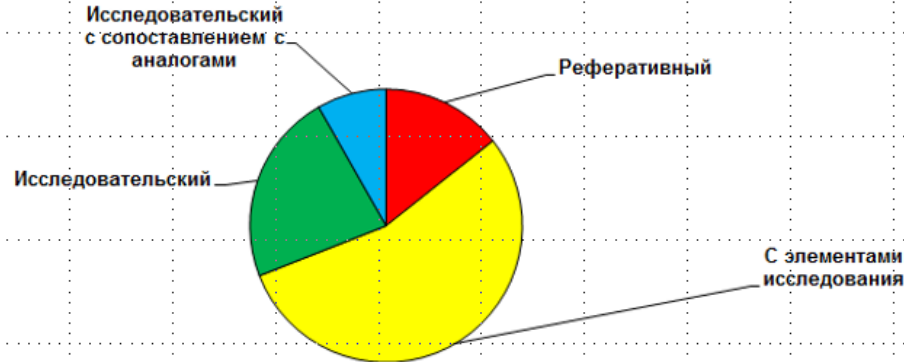


Рисунок 1.8 – Улучшение структуры учебно-исследовательских работ, выполняемых в рамках ЕСМ. Критерий «Тип исследовательской работы»

1.5. Продвинутая учебно-исследовательская деятельность

Хотя описанная выше полноценная научно-образовательная среда научно-мотивированной молодежи находится на стадии становления, с учетом скорости трансформации обществ в общество знаний нет сомнений, что к моменту, когда нынешние первокурсники педагогических университетов станут выпускниками и начнут свою деятельность, она будет проходить уже в условиях такой полноценной среды. В этих условиях учебно-

исследовательская деятельность приобретает уже качественно иной характер, чем описано в ее определении, приведенном в п. 1.4. Это должно найти отражение и в ее названии. Полагаем полезным назвать ее продвинутой учебно-исследовательской деятельностью.

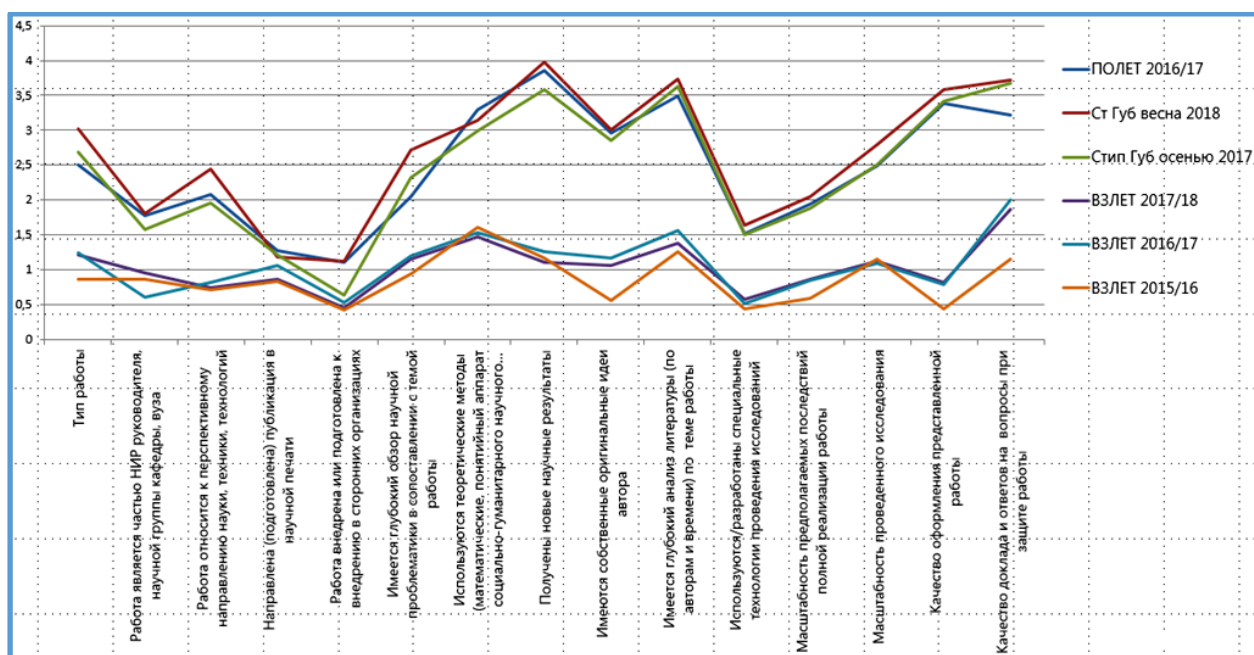


Рисунок 1.9 – Последовательное улучшение структуры учебно-исследовательских работ в рамках различных подпрограмм ЕСМ в течение ряда лет

Продвинутой учебно-исследовательской деятельностью – это форма системной, ориентированной на ряд лет организационной и научно-направляемой самостоятельной деятельности мотивированного школьника или студента, которая

- поддерживается специально организованной единой развивающей научно-образовательной средой в рамках вуза, региона, отрасли, страны,
- связана с последовательным решением исследовательских задач с заранее неизвестными результатами, возрастающей новизной, актуальностью и сложностью,
- предполагает научно-обоснованную унифицированную оценку как развивающего эффекта, так и научной значимости этой деятельности.

Соотношение рассмотренных понятий отражено на рисунке 1.10.

В нашем понимании молодой исследователь является одаренным человеком в смысле того понятия одаренности, которое было сформулировано группой ведущих российских психологов в конце прошлого века в «Рабочей концепции одаренности» (Рабочая концепция, 1998).

Сам термин «одаренный» возник исторически и не очень удачен, потому что как бы содержит в себе утверждение, что он ОДАРЕН ИЗНАЧАЛЬНО некоторыми качествами, обеспечивающими успешность его исследовательской деятельности. Но преобладающим сегодня является мнение о том, что генетически заложенные, т. е. как бы изначально дарованные самой Природой, качества личности (задатки) составляют лишь часть факторов, определяющих успешность исследовательской деятельности. Да, исследовательские способности развиваются в процессе научной деятельности на базе природных задатков. Но вклад задатков как генетического компонента оценивается различными авторами по-разному: С. Д. Смирнов (Смирнов, 1995) указывает диапазон от 48 до 68 %, в обобщающей работе Ж. Годфруа (Годфруа, 1992) «правдоподобной» считается оценка, по которой относительная роль наследственности составляет примерно 45 %, окружающей среды – 35 %, а взаимодействия между этими факторами – 20 %. Итак, из трех определяющих одаренность факторов задатки являются лишь одним, другим является влияние социальной окружающей среды и третьим – усилия самой личности в процессе исследовательской деятельности. Таким образом, «спо-

способностями можно называть лишь такие индивидуально-психологические особенности, которые имеют отношение к успешности выполнения той или другой деятельности. Не в том дело, что способности проявляются в деятельности, а в том, что они создаются в этой деятельности» (Белехов, 1996, с. 50–53). Итак, под одаренностью понимается «системное, развивающееся в течение жизни качество психики, которое определяет возможность достижения человеком более высоких, незаурядных результатов в одном или нескольких видах деятельности по сравнению с другими людьми» (Бергсон, 1998).



Рисунок 1.10 – Виды исследовательской деятельности

1.6. Возраст молодого исследователя

Возраст, в котором ученик или студент становится молодым исследователем, определяется как временем созревания его задатков, так и формированием у него минимально необходимых операционных возможностей и психологических установок, необходимых для того, чтобы он мог заняться продвинутой учебно-исследовательской деятельностью.

Исчерпывающий набор способностей, являющихся предпосылками к успешной исследовательской деятельности, разумеется, никем окончательно не установлен, да и не может быть установлен. Однако достаточно часто перечисляются основные из них. Так, в работе В. И. Андреева (Андреев, 1988) автор выделяет достаточно полный (и даже, может быть, избыточный) перечень общих способностей, приведенный в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Перечень общих способностей, обуславливающих творческие способности (по В. И. Андрееву)

Общие способности	Периодизация на основе ведущего типа деятельности					
	До 1 года	1–3 года	3–6 лет	6–10 лет	10–15 лет	15–17 лет
Мотивационно-творческая активность личности						
Любознательность, творческий интерес		■				
Эмоциональность, увлеченность		■				
Стремление к творческим достижениям			■			

Стремление к лидерству									
Стремление к получению высокой внешней оценки									
Чувство долга и ответственности									
Личная значимость творческой деятельности									
Стремление к самообразованию, самовоспитанию творческих способностей									
Интеллектуально-логические способности									
Анализировать, сравнивать									
Выделять главное, основное									
Описывать явления, процессы									
Давать определения									
Объяснять									
Доказывать, обосновывать									
Систематизировать, классифицировать									
Интеллектуально-эвристические способности									
Генерировать идеи									
Фантазия, воображение									
Ассоциативность мышления									
Видение противоречий, проблем									
Перенос знаний, умений в новые ситуации									
Способность отказаться от навязчивой идеи, преодолеть инерцию мышления									
Независимость суждений									
Критичность мышления, способность к оценочным суждениям									
Способность к самоанализу, рефлексии									
Сообразительность, оперативность памяти									
Мировоззренческие качества личности									
Убежденность в социальной значимости творческой деятельности в избранной области									
Способность отстаивать свои творческие позиции									
Способность к овладению методологией творческой деятельности									
Высокое оценочное место творчества среди наиболее значимых для личности творческих качеств									
Высокое оценочное место мировоззренческих качеств среди наиболее значимых для личности творческих качеств									
Нравственные качества личности									
Честность, правдивость									
Нетерпимость к недостаткам									
Скромность									
Смелость, мужество									
Решительность, уверенность в своих силах									
Способность к самоуправлению в творческой деятельности									
Целеустремленность									
Способность к планированию и рациональному использованию времени									
Самооценка творческих способностей и достижений									
Способность к самоорганизации, мобилизации									
Самоконтроль									
Способность к координации, перестройке деятельности									
Прилежание									

Коммуникативно-творческие способности					
Способность аккумулировать и использовать опыт творческой деятельности других					■
Способность к сотрудничеству и взаимопомощи в творческой деятельности					■
Способность отстаивать свою точку зрения и убеждать других в процессе творческой дискуссии					■
Способность организовать творческую деятельность других					■
Способность избежать конфликтов в процессе творческой деятельности, но если они возникают, корректно их разрешать					■
Эстетические качества личности					
Стремление и способности личности достигать гармонии, простоты и красоты процесса в результате творческой деятельности					■
Стремление и способности личности достигать гармонии, простоты и красоты человеческих отношений в процессе коллективной творческой деятельности				■	
Высокое оценочное место эстетических критериев в системе ценностных ориентаций личности					
Индивидуальные особенности личности					
Высокий темп творческой деятельности			■		
Работоспособность личности в творческой деятельности				■	

Анализ этой таблицы позволяет предметно взглянуть на проблему определения возраста включения в продвинутую учебно-исследовательскую деятельность и первоочередных задач этой деятельности. Мы видим, что к возрасту 6–10 лет, то есть младшему школьному возрасту, в процессе деятельности ребенка уже в известной мере сформированы такие характеристики личности, как:

- любознательность, творческий интерес,
- эмоциональность, увлеченность,
- стремление к творческим достижениям,
- стремление к лидерству,
- способность генерировать идеи,
- фантазия, воображение,
- ассоциативность мышления,
- способность отстаивать свои творческие позиции,
- целеустремленность,
- высокий темп творческой деятельности,
- работоспособность личности в творческой деятельности.

В младшей школе начинается формирование таких качеств личности, как:

- стремление к получению высокой внешней оценки,
- умение описывать явления, процессы,
- умение давать определения, объяснять, доказывать, обосновывать,
- сообразительность, оперативность памяти,
- способность к планированию и рациональному использованию времени,
- способность к самоорганизации, мобилизации,
- самоконтроль,
- способность к координации, перестройке деятельности,
- прилежание.

Это уже создает предпосылки для реализации в этот период учебно-исследовательской деятельности в простейшем ее варианте.

С опорой на этот результат, в возрасте 10–15 лет (в средней школе) происходит развитие таких качеств, как:

- чувство долга и ответственности,
- анализировать, сравнивать,
- выделять главное, основное,
- способность отказаться от навязчивой идеи, преодолеть инерцию мышления,
- независимость суждений,
- критичность мышления, способность к оценочным суждениям,
- способность к самоанализу, рефлексии,
- полный комплекс нравственных качеств личности и коммуникативно-творческих способностей,
- стремление и способности личности достигать гармонии, простоты и красоты человеческих отношений в процессе коллективной творческой деятельности.

Этого вполне достаточно для реализации учебно-исследовательской деятельности в наиболее полном ее понимании (в зависимости от задатков и мотивации обучаемых). Однако формирующиеся в этот период качества еще недостаточны для включения школьника в продвинутую учебно-исследовательскую деятельность, поскольку недостаточно развитыми представляются операционные и мотивационно-мировоззренческие качества. Без их сформированности на достаточном уровне включение научного консультанта – ученого не может быть плодотворно воспринято учеником, так как последний не ощущает себя субъектом своей развивающей деятельности.

А участие научного консультанта является принципиальным условием продвинутой учебно-исследовательской деятельности для подростка, не имеющего никаких профессиональных знаний и, безусловно, не владеющего методологией научной работы. Теоретическое понимание этого дает разработанная Л. С. Выготским и его последователями теория «зон ближайшего развития» (Выготский, 1982). Л. С. Выготским было введено понятие о «зонах ближайшего развития», в которых обучаемый еще не в состоянии действовать самостоятельно, однако может успешно оперировать под содержательным руководством. В процессе деятельности происходит интериоризации, т. е. переход в интрапсихический процесс, при котором осуществляется освоение и присвоение обучаемым соответствующих форм и методов деятельности. Как писал Л. С. Выготский, «педагогика должна ориентироваться не на вчерашний, а на завтрашний день детского развития. Только тогда она сумеет в процессе обучения вызвать к жизни те процессы развития, которые сейчас лежат в зоне ближайшего развития» (Выготский, 1982, с. 251). Таким образом, ключевым фактором научного развития является собственная творческая деятельность индивидуума. Однако для этого, особенно в начальный период, необходима внешняя поддержка деятельности личности, а именно восполнение недостающей собственной деятельности, минимально необходимое для того, чтобы обеспечить целостность процесса научно-технического творчества. Сюда входят, например научное руководство, соавторство, привлечение других лиц для выполнения обеспечивающих работ. К примеру, для того, чтобы личность решала какую-то задачу, должна существовать постановка задачи, идея ее решения и т. п. Если квалификация личности еще недостаточна для того, чтобы сделать это самостоятельно, неизбежно участие другой, более квалифицированной в этом, личности – в данном случае, научного консультанта, для взаимодействия с которым необходимы качества, которые формируются лишь в старшей школе (по таблице 1.1):

- личная значимость творческой деятельности,
- стремление к самообразованию, самовоспитанию творческих способностей,
- убежденность в социальной значимости творческой деятельности в избранной области,
- способность к овладению методологией творческой деятельности,

- высокое оценочное место творчества среди наиболее значимых для личности творческих качеств,
- высокое оценочное место мировоззренческих качеств среди наиболее значимых для личности творческих качеств,
- систематизировать, классифицировать,
- перенос знаний, умений в новые ситуации,
- стремление и способности личности достигать гармонии, простоты и красоты процесса в результате творческой деятельности,
- самооценка творческих способностей и достижений.

Именно с формированием этих качеств, наряду с закреплением и развитием всех ранее приобретенных, становится актуальной продвинутой учебно-исследовательской деятельностью. Таким образом, нижний рубеж включения в нее научно-мотивированной молодежи – возраст 14–15 лет, то есть 8–9-й классы. Учитывая наличие ОГЭ (который, как и ЕГЭ, с нашей точки зрения, к сожалению, только тормозит развитие творческих способностей), наиболее эффективно привлечение учеников к продвинутой исследовательской деятельности в 8-м классе.

Подкрепим этот вывод соображениями классиков психологической науки.

По концепции Ж. Пиаже, развитие мышления проходит три стадии: сенсомоторную (завершается до 2 лет), конкретных операций (завершается до 12 лет) и формальных операций (завершается до 14–15 лет, но не у всех людей, а примерно у 25–50 %). Таким образом, подтверждается возможность научного развития, начиная с 15 лет. В соответствии с взглядами Л. С. Выготского, А. Н. Леонтьева и Д. Б. Эльконина, периодизация детского развития может быть представлено более подробно на основе ведущего типа деятельности в каждом периоде:

- до 1 года – непосредственно-эмоциональное общение с взрослыми,
- 1–3 года – предметно-манипуляторная деятельность,
- 3–6 лет – игровая деятельность,
- 6–10 лет – учебная деятельность,
- 10–15 лет – личное общение (общественно-полезная деятельность),
- 15–17 лет – учебно-профессиональная деятельность.

Повторим, что в таблице 1.1 мы показали с помощью штриховки ячеек таблицы, в каком периоде происходит становление отдельных общих способностей, определяющих творческие способности личности (речь идет именно о становлении, а не о полном развитии, которое, в некоторых случаях, может завершаться уже в старости). Из нее видно, что к 15–17 годам у одаренной личности все эти способности уже получают развитие, так что и с этих позиций переход к продвинутой учебно-исследовательской деятельности возможен уже в возрасте 14–16 лет.

Отметим, что в условиях российской образовательной системы именно этот возраст, соответствующий обучению в 9-м классе школы, наиболее подходит для вовлечения молодежи в исследовательскую деятельность. По окончании 9-го класса многие подростки переходят в специализированные колледжи, лицеи, профильные классы при высших учебных заведениях. Таким образом, в течение учебного года в 9-м классе они получают возможность «примериться» к будущему направлению своей специализации, поменять одно-два направления. Кроме того, в 10-м классе, особенно в специализированных учебных заведениях, резко возрастает объем учебной нагрузки, который уже не дает возможности спокойной оценки, выбора и работы для души. Еще в большей степени это относится к 11-му классу, в котором вся деятельность подростка и внимание его родителей направлены на подготовку к поступлению в вуз.

Таким образом, альтернатива следующая – или 14–15 лет (9-й класс), или 17–18 лет (первый курс вуза).

1.7. Облик молодого исследователя

Для того чтобы оценить, насколько целесообразно привлечь учащегося или студента к продвинутой учебно-исследовательской деятельности, знающему его опытному преподавателю не требуется много времени. Если нет дефицита ресурсов, каждому желающему ученику или студенту нужно дать возможность попробовать ступить на этот путь. Другое дело, когда такой дефицит существует. Это бывает в трех случаях.

Первый из них встречается чаще других – когда сам ученик или студент не уверен, что этого ему хочется, или после первых неудач сомневается, не бросить ли работу. Широкий обзор работ, выясняющих вероятные причины таких сомнений, приведен в монографии Е. П. Ильина (Ильин, 2011).

Так, А. Маслоу выделил ряд барьеров, блокирующий творчество в личностном плане:

- конформизм – желание быть похожими на других, соглашательство, боязнь показаться смешным;
- внешняя и внутренняя цензура – сознательное или бессознательное подавление необычных, нетрадиционных мыслей;
- стереотипность мышления – привычка решать типовые задачи стандартным способом;
- импульсивность мысли – желание найти ответ немедленно, особенно при высокой мотивации;
- познавательный эгоцентризм – неспособность пойти на смену точки зрения.

М. М. Жердева путем опроса старшеклассников выявила факторы, которые препятствуют раскрытию их творческого потенциала. К внутренним факторам относятся нежелание развивать свой творческий потенциал, недостаточное развитие волевых качеств, отсутствие таланта, знаний, лень, нетерпение, невнимание, отсутствие целеустремленности и др. К внешним относятся недостаточный уровень материальной обеспеченности, отсутствие поддержки со стороны родных и близких, учителей и родителей, отсутствие единомышленников и др.

Близкие этим данные получены и в исследовании Е. А. Гуськовой при опросе студентов. Так, препятствуют проявлению творческого потенциала, особенно в научной деятельности, отсутствие материальных средств (36 % ответов), непонимание со стороны окружающих (28 %), отсутствие желания (19 %), лень (16 %). Кроме того, назывались такие причины, как загруженность бытовыми проблемами, одиночество, зависть сверстников, замкнутость, проблемы со здоровьем и др.

Из чувств, тормозящие творческие усилия, самое опасное – это страх. Боязнь неудач сковывает воображение и инициативу. Второй враг творчества – чересчур высокая самокритичность. Должно быть некоторое равновесие между одаренностью и самокритичностью, потому что слишком придирчивая самооценка может привести к творческому тупику. Третий враг творческого мышления – лень, боязнь начать, прокрастинация – склонность к постоянному откладыванию дел на потом, даже если они важны и требуют внимания.

Во всех этих случаях необходимо использовать средства, позволяющие предоставить молодому человеку и заинтересованным в нем лицам объективную информацию о его предполагаемом творческом статусе, чтобы по возможности предостеречь от ошибки при принятии решения всерьез попробовать себя в продвинутой учебно-исследовательской деятельности. При этом, конечно, нужно понимать, что в столь сложных процессах, как творчество, любые формализованные методы оценки, в том числе психологические тесты, могут ошибаться в индивидуальных случаях. Так что их результаты и рекомендации нужно лишь принимать во внимание при выборе решения, но не слепо следовать им.

В объектных (формализованных) средствах оценки творческого статуса личности молодого мы выделяем три подхода. Первый – метод поверхностного наблюдения, второй – метод психологического тестирования, третий – формирование наукометрического портрета молодого исследователя. Естественно, они могут переплетаться между собой. Рекомендуем

читателю прослушать лекцию Е. Туник, в которой развернуто описаны внешние признаки и психологические методы тестирования отдельных составляющих одаренности (URL: <https://www.youtube.com/watch?v=tD7GMxUsdGw>).

Оценим степень распространенности одаренных молодых людей среди школьного или вузовского коллектива.

Общепринято мнение, что таковых наблюдается от 5 до 10 %, но оценки очень разнятся в зависимости от применяемого подхода. Так, советский ученый-генетик В. П. Эфроимсон на основе глубоких исследований полагал, что «можно быть уверенным в том, что частота зарождения потенциальных гениев и замечательных талантов почти одинакова у всех народностей и народов. Частота зарождения, исходя из реализации в исторически обозримые периоды (в оптимально развивающихся прослойках), определяется цифрой порядка 1:1000. Частота потенциальных гениев, резвившихся настолько, чтобы так или иначе обратить на себя внимание в качестве потенциальных талантов, вероятно, исчисляется цифрами порядка 1:100 000. Частота же гениев, реализовавшихся до уровня признания их творений и деяний гениальными, вероятно, даже в век почти поголовного среднего и очень часто высшего образования исчисляется величиной 1:10 000 000, что предполагает наличие в середине XX века приблизительно сотни гениев на миллиард жителей цивилизованных и не страдающих от всеподавляющей нужды стран» (Эфроимсон, 2002).

Приведенные данные, с одной стороны, подтверждают сопоставимую роль задатков и среды и усилий самой личности в получении выдающихся результатов. С другой стороны, продолжим эту мысль Эфроимсона применительно к России. Приняв его оценки, можно полагать, что в нашей, безусловно цивилизованной, стране с примерно 140 миллионным населением, ежегодно рождается 14–15 детей с задатками гения. Практически все они получают высшее образование, а вузы России в последние годы ежегодно оканчивают более полумиллиона человек (в 2021 году выпуск по программам бакалавриата составил 580 тысяч человек, по данным <http://government.ru/news/42523/>). Таким образом, на студентов одного возраста в стране приходится около 15 молодых людей с задатками гения. Если предположить, что уровень способностей распределяется в популяции по нормальному закону Гаусса и включить его в порядковый ряд «обычный – развитый – одаренный – талант – гений», то можно использовать закон нормального распределения Гаусса (рисунок 1.11). Пропорциональное количество долей общей совокупности, попадающих в различные зоны распределения (от одного до пяти) «сигма» составит соответственно 0,3413; 0,1359; 0,02145; 0,00132; 0,00003 (Статистические таблицы: <https://studfile.net/preview/3795082/#3>. Таблица 3. Функция распределения стандартного нормального распределения). Исходя из этого, можно оценить, что талантов в составе рассматриваемой совокупности в 44 раза больше, а одаренных – в 715 раз больше, чем потенциальных гениев. Таким образом, ежегодно на каждом курсе университетов России обучаются порядка $15 \cdot 760 = 11\,400$ потенциально одаренных молодых людей, примерно 2–3 человека на каждую сотню студентов (2–3 %). Мой преподавательский опыт говорит о том, что – как минимальная оценка – это так и есть.

Таким образом, в каждом из 58 российских вузов с ежегодным приемом свыше 1000 человек (в том числе и в МГПУ) (URL: <https://ege.hse.ru/rating/2020/84025292/all/?rlist=&ptype=0&vuz-abiturients-budget-order=ge&vuz-abiturients-budget-val=1000>) на каждом курсе обучается не менее 20–30 потенциально одаренных молодых людей.

К аналогичной оценке можно прийти и другим путем. Если принять за исходную совокупность всех учеников, успешно прошедших начальную школу, из них на уровне выше нормального находится около 16 %. Если же уже этих 16 % принять за исходную совокупность, то из них на уровне выше нормального будет находиться тоже 16 %, то есть $16 \cdot 16 = 2,6$ %.

НОРМАЛЬНЫЙ ЗАКОН РАСПРЕДЕЛЕНИЯ (Гаусс, сигма)

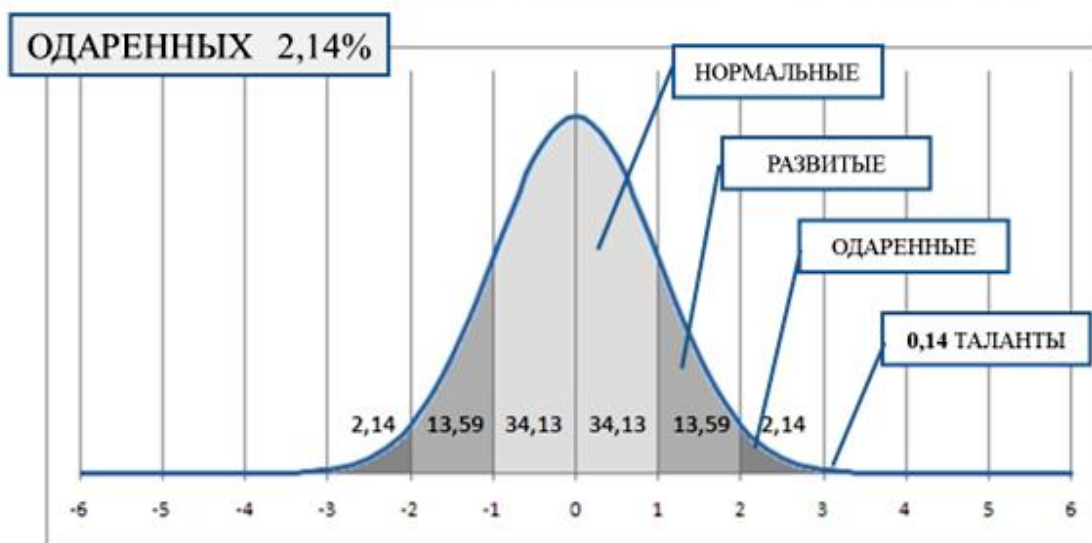


Рисунок 1.11 – Нормальный закон распределения Гаусса

1.8. Возрастная динамика исследовательской деятельности

Рассмотрим взгляд на этот вопрос различных авторов, также пользуясь обзором, содержащимся в монографии Е. П. Ильина (Ильин, 2011).

Большинство ученых склонны считать, что творческий потенциал человека, о котором судят в основном по творческой продуктивности, исчерпывается на четвертом-пятом десятилетии жизни. В начале прошлого века Р. Вудворте писал, что старыми людьми сделано лишь незначительное число открытий, а людьми среднего возраста – сравнительно небольшое, наиболее благоприятен для открытий возраст от 20 до 40 лет. Тем не менее можно назвать десятки великих писателей и ученых, создавших свои самые прославленные произведения в преклонном возрасте и даже в глубокой старости. С этих пор за рубежом (в основном в США) и в нашей стране стали проводиться многие исследования, доказывавшие правоту той и другой точек зрения. Общий результат представлен на рисунке 1.12.

Соотношение возраста с творческими достижениями у лауреатов Нобелевской премии оказалось сходным с показанным на рисунке 1.12.

Правда, графики на этом рисунке ничего конкретного не отражают. Пик творческой активности, определенный по датам опубликования важнейших трудов, свершений, открытий и изобретений, приходится на 39 лет.

Зависит ли этот пик от исторической эпохи, поскольку с течением времени нарастает объем знаний, которыми нужно овладеть, чтобы открыть что-то новое? Исследования показали, что наоборот, возраст, в котором был внесен наибольший творческий вклад, для XIX в. является более молодым, чем для XVIII в.

С учетом того, что пиком зарождения и развития оригинальных научных идей является возраст 25–35 лет, а максимальная творческая активность проявляется позднее, со сдвигом в 10–20 лет, по-видимому, целесообразно создавать разновозрастные научные коллективы в соотношении: одна треть научных сотрудников – до 40 лет, две трети – старше 40 лет. В таблице 1.2 представлены предпочтительные варианты работы и в одиночку, и в команде. При этом важно создавать для молодых ученых перспективу роста, чтобы они «не разбили свою голову о потолок старости». Эта рекомендация становится все более актуальной в настоящее время. В некоторых авторитетных научных и образовательных организациях даже введен гласный, а иногда и негласный, лимит на количество научных сотрудников преклонного возраста.

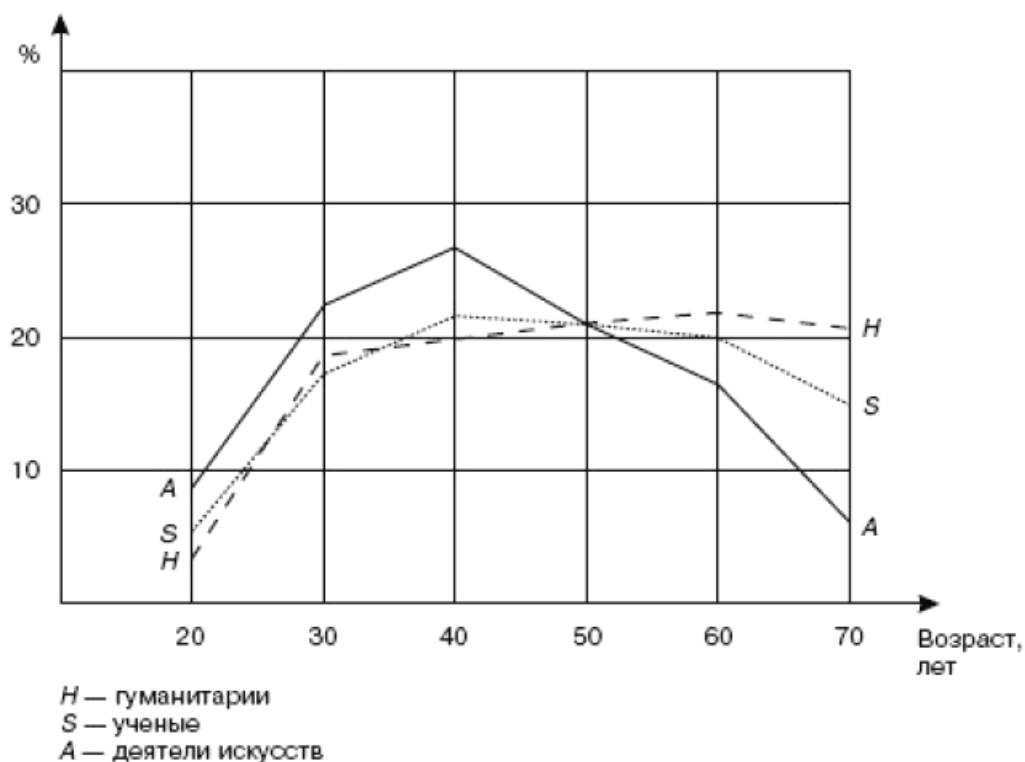


Рисунок 1.12 – Процентное соотношение общей продуктивности творческих людей в зависимости от сферы деятельности и возраста (по Botwinick, 1967)

Вообще же мысль о том, что, как правило, творческий потенциал человека исчерпывается в среднем возрасте, неверна. Так, английский ученый К. Дорланд изучил биографии 400 великих людей, которых разделил на две группы: «мыслителей» (философы, писатели, математики и представители других точных наук) и «рабочих» (актеры, художники, ученые-эмпирики, изобретатели, композиторы, врачи, военные лидеры). У большинства обследованных «мыслителей» и у многих «рабочих» период оптимальной продуктивности продолжается и после 60 лет.

Таблица 1.2 – Предпочтительные варианты работы в одиночку и в команде (С. И. Файбушевич) (по Ильин, 2011)

Предпочтительнее работа в одиночку	Предпочтительнее работа в командах
Для решения простых задач или «головоломок»	Для решения сложных задач или проблем
Когда кооперация удовлетворительна	Когда для решения необходим консенсус
Когда разнообразие мнений ограничено	Когда присутствует неопределенность и множественность вариантов решений
Когда задачу необходимо решить срочно	Когда необходима высокая самоотдача
Когда достаточно узкого диапазона компетентности	Когда требуется широкий диапазон компетентности
При наличии неустранимого конфликта интересов участников	При возможности реализации целей членов команды
Когда организация предпочитает работу с частными лицами	Когда организация предпочитает результаты командной работы для разработки перспективной стратегии
Когда необходим оптимальный результат	

Уменьшение с возрастом научной продуктивности может быть связано не с угасанием научных потенций, а с появлением целого ряда неблагоприятных для научно-технического творчества факторов, которые личности не удается преодолеть. Это то, что принято называть сложностями взрослой жизни: борьба за существование в напряженном конкурентном мире, семейные проблемы, физиологический износ организма и т. п. Г. С. Альтшуллер (Альтшуллер, 1994) даже разработал теорию развития творческой личности, так называемую жизненную стратегию творческой личности (ЖСТЛ), содержащую рекомендации по оптимальной адаптации человека, мотивированного на творческий путь, к различным препятствиям, возникающим на этом пути. Для успеха творческой деятельности, в соответствии с ЖСТЛ, «нужен комплекс творческих качеств:

- способность смело выбрать Достойную цель (даже если она считается совершенно нереальной) и сделать ее главным вектором своей жизни;
- способность видеть проблемы, решение которых необходимо и достаточно для достижения Достойной цели;
- способность работать планомерно; наличие пакета рабочих планов на месяц, на год, на всю Жизнь; регулярный контроль выполнения этих планов;
- высокая работоспособность (в выполнении планов);
- хорошая техника решения творческих задач, входящих в проблему;
- способность при всех обстоятельствах отстаивать свои идеи и разработки; умение «держаться удар»» (Альтшуллер, 1994).

Рассматривая жизнь творческой личности как ее игру с внешними обстоятельствами и самим собой, ЖСТЛ предлагает оптимальную последовательность «ходов игры». Пример начала этой «игры» показан в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Перечень ходов ЖСТЛ. Дебют

№	Ход внешних обстоятельств	Ход творческой личности
1.	Плохое начальное образование	Творческое самообразование
2.	Тяжелые жизненные условия, «Чучело»	Информация о Достойной цели (ДЦ)
3.	Внешние обстоятельства навязывают свои цели	Встреча с «чудом»
4.	Недопущение до информации	Поиск независимой цели
5.	Высмеивание	Поиск цели, доступной для одиночки
6.	Стандартное специальное образование	Самообразование
7.	Пугает масштабность	Выбор ДЦ-1

Особое внимание Альтшуллер обращает на необходимость осознанного преодоления трудностей на пути достижения ДЦ. Заметим, что эта проблема, а также создание трудностей с благородными побуждениями для того, чтобы ускорить развитие исследователя, глубоко рассматриваются А. Н. Поддьяковым (Поддьяков, 2014). Кроме того, есть основание говорить о двух пиках творческой активности. Второй подъем (кульминация) может наблюдаться на пятом-шестом десятилетии, правда, бывает только у 15 % творческих работников. В качестве примеров можно привести математика Ж. Лагранжа, основателя кибернетики Дж. фон Неймана, астрономов Н. Коперника и П. Лапласа, философов Р. Оуэна, Ж.-Ж. Руссо, К. де Сен-Симона и др.

Таким образом, вопрос о творческом долголетии не имеет однозначного ответа. Правильный подход состоит в том, чтобы каждому творческому работнику вдумчиво подходить к этому вопросу и стремиться сознательно продлить свою творческую активность, борясь с жизненными невзгодами и сочетая свой опыт зрелости с творческим азартом и энергией молодых коллег.

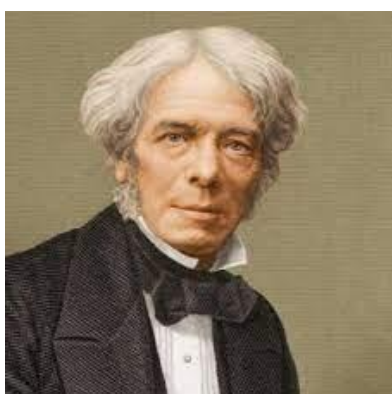
1.9. Самостоятельная работа

«Выбор возможной темы для своей научно-исследовательской работы»

Ознакомьтесь со списком тем для студенческих научно-исследовательских работ, которые предлагают ученые вашего вуза, и выберите не менее трех, которые тебе было бы интересно выполнять, если бы это обязательно потребовалось в рамках учебного плана. Поясни, почему ты выбрал каждую из тем.

2. Результат исследовательской деятельности и его оценка

2.1. Диссертация и научная статья как формы представления результата исследовательской деятельности



МАЙКЛ ФАРАДЕЙ
«WORK, FINISH, PUBLISH»
(подробнее:
<https://obrazovaka.ru/maykl-faradey-biografiya.html>)

Конкретный результат исследовательской деятельности – это новый химический элемент, новая методика обучения, проект нового предприятия, построенного на ранее неизвестных или недостаточно освоенных технологиях и т. п. Но как бы ни отличались результаты исследовательской деятельности, у них сегодня есть единая форма представления – это опубликованный в авторитетном научном издании материал, описывающий этот научный результат и представленный на рассмотрение квалифицированной общественности так, чтобы заинтересованные лица и организации могли его оценить и использовать. Такими материалами являются научные монографии, учебники, патенты, диссертации (в нашей стране магистерская, кандидатская и докторская) и – главное! – статьи в авторитетных научных журналах. Как ответил великий физик, химик, экспериментатор, основоположник учения об электромагнитном поле

Майкл Фарадей (1791–1867) на вопрос о секрете его успеха в качестве научного исследователя: “The secret is comprised in three words – work, finish, publish” («Секрет заключается в трех словах – работа, завершение, публикация», URL: <https://ru.citaty.net/avtory/maikl-faradei/>). Это особенно важно понять молодым исследователям, которым написание качественного отчета о результатах проведенной работы, особенно научной статьи и диссертации, как правило, кажется скучным, тяжелым и малоэффективным трудом по сравнению с другими компонентами деятельности исследователя. Но надо помнить, что «конец – всему делу венец» и знать, что плохое представление результата во многих случаях его просто обесценивает.

Наиболее полной формой представления результата научного исследования является диссертация, которая защищается автором перед собранием авторитетных ученых. По итогам этой защиты автору в нашей стране присуждается ученая степень кандидата или доктора наук по соответствующему **научному** направлению.

Какие требования предъявляются к диссертации и автору, можно увидеть в следующем документе Томского государственного университета (URL: https://www.tsu.ru/science/stepen_tsu/requirements.php#2), основанном на Положении о присуждении ученых степеней (URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102167993&rdk=&backlink=1>).

«Диссертация на соискание ученой степени доктора наук должна быть научно-квалификационной работой, где на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное

достижение, либо решена научная проблема, имеющая важное политическое, социально-экономическое, культурное или хозяйственное значение, либо изложены новые научно обоснованные технические, технологические или иные решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата наук должна быть научно-квалификационной работой, где содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний, либо изложены новые научно обоснованные технические, технологические или иные решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны.

Предложенные автором диссертации решения должны быть аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями.

В диссертации, имеющей прикладной характер, должны приводиться сведения о практическом использовании полученных автором диссертации научных результатов, а в диссертации, имеющей теоретический характер, – рекомендации по использованию научных выводов.

Диссертация должна быть написана автором самостоятельно, обладать внутренним единством, содержать новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствовать о личном вкладе автора диссертации в науку. В диссертации не должно быть некорректных заимствований (плагиата). Соискатель ученой степени в диссертации обязан ссылаться на автора и (или) источник заимствования материалов или отдельных результатов, включая собственные научные работы, выполненные лично и (или) в соавторстве.

Основные научные результаты диссертации должны быть опубликованы в научных изданиях, индексируемых в международных базах данных и системах цитирования Web of Science и (или) Scopus (далее – издания, индексируемые в международных базах данных) и в рецензируемых изданиях, включенных в Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук (далее – Перечень), Высшей аттестационной комиссией при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации (далее – ВАК) (URL: <https://vak.minobrnauki.gov.ru/main>).

Количество публикаций, в которых преимущественно излагаются основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени доктора наук, в рецензируемых изданиях должно быть следующим:

Области науки	Доктор наук		Кандидат наук	
	Издания, включенные в Перечень ВАК	Издания, индексируемые в международных базах данных	Издания, включенные в Перечень ВАК	Издания, индексируемые в международных базах данных
Общественные и гуманитарные	15	10	3	1
Остальные	10	10	2	2

К научным статьям, в которых излагаются основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени, приравниваются патенты на изобретения, патенты (свидетельства) на полезную модель, промышленный образец, селекционные достижения; свидетельства на программу для электронных вычислительных машин, базу данных, топологию интегральных микросхем, зарегистрированные в установленном законодательством порядке.

Апробация результатов научного исследования должна быть подтверждена публичными докладами на конференциях всероссийского и (или) международного уровня: на соискание ученой степени доктора наук – не менее 10 докладов, кандидата наук – не менее 5 докладов».

Рекомендации о том, как писать научные статьи, читатель легко найдет в Интернете. Приведем далее лишь две выдержки из рекомендаций, разработанных в рамках авторитет-

ных российских программ для конференций исследовательских работ студентов и школьников. Конечно, советы, носящие технический характер, отражают особенности конкретных программ и не являются универсальными.

2.2. Рекомендации по представлению результатов исследования в научных статьях

2.2.1. Всероссийский форум научной молодежи «Шаг в будущее» и Национальное соревнование молодых ученых Европейского Союза

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РАБОТ (ПРОЕКТОВ)
на Всероссийский форум научной молодежи «Шаг в будущее»
и Национальное соревнование молодых ученых Европейского Союза
(URL: <http://xn--80accdhga3ib7bs.xn--p1ai/forum>)

Общие требования

В статье следует кратко и чётко изложить современное состояние вопроса, цель работы, методику исследования или инженерной разработки, результаты и обсуждение полученных данных. Большая часть содержания статьи (не менее 75 %) должна быть посвящена результатам, полученным автором.

Общий объём статьи не превышает 22 страниц, из них текст статьи и список литературы – не более 11 страниц, приложения – не более 10 страниц. Заголовок статьи должен полностью отражать её содержание и не иметь сокращений и аббревиатур, быть ёмким (кратким).

Требования к основным элементам статьи

Статья должна иметь следующие основные элементы:

- титульный лист;
- заголовок статьи (не более 130 символов, включая пробелы);
- аннотация статьи (не более 150 слов);
- ключевые слова (6–10 слов или кратких словосочетаний);
- текст статьи;
- список литературы;
- приложения.

Текст статьи должен содержать следующие основные разделы:

- введение;
- в случае если у работы более одного автора (но не более трех), необходимо описание конкретной работы, выполненной каждым автором;
- основную часть (один или несколько озаглавленных разделов);
- заключение.

Приложения служат для размещения иллюстраций и сопроводительных материалов, характеризующих работу (проект), например сведений о патентовании, справок о внедрении или использовании результатов, отзывов о работе.

Статья должна содержать не менее восьми ссылок, включая не менее пяти ссылок на научные источники – публикации в научных журналах и сборниках, монографии, книги, диссертации. Список литературы составляется в порядке упоминания в тексте статьи (или в алфавитном порядке по фамилии первого автора).

Содержание основных элементов статьи

Аннотация должна содержать наиболее важные сведения о работе, в частности, включать следующую информацию: краткие сведения об объекте исследования или разработки; цель работы; методы и приёмы, которые использовались в работе; полученные результаты и области применения; выводы. В тексте аннотации следует отметить новизну результатов или

методов, если имеются. Аннотация не должна включать благодарностей и описания работы, выполненной руководителем.

При подготовке аннотации следует исходить из того, что она призвана решить следующие основные задачи:

- дать возможность читателю быстро оценить основное содержание статьи с тем, чтобы решить, следует ли ему обращаться к её полному тексту;

- предоставить читателю самую общую информацию о статье, устраняя необходимость чтения её полного текста в случае, если статья представляет для читателя второстепенный интерес;

- в лаконичном виде предоставить информацию о статье для научных, библиотечных и поисковых информационных систем.

Введение должно содержать краткие сведения о проблемной области исследования/разработки и включать обзор предшествующих работ, включая зарубежные. При этом необходимо обозначить связь этих сведений с содержанием работы и её место среди предшествующих работ. На основе обзора должны быть определены цели и задачи работы, проблема или вопрос подлежащий исследованию, сформулированы гипотезы, показана актуальность работы, дан анонс (краткое изложение) её результатов. Также в этой части каждый из авторов, если их два или три, должен описать выполненную им часть работы.

Основная часть статьи должна включать формальную постановку задачи (первый раздел статьи); план исследования/разработки; описание проведённой работы – исследования или разработки, использованных методов, полученных результатов, их обсуждение, практические рекомендации. При этом должна быть представлена существенная информация о содержании выполненной работы и её апробации – описания экспериментов, модельных и натурных испытаний, выставочных и научных презентаций и т. п.

В этой части автор статьи должен продемонстрировать умение пользоваться имеющимися средствами для проведения работы или создавать свои, новые средства, а также способность разобраться в полученных результатах, понять, что нового и полезного дала работа. В работе, посвящённой экспериментальным исследованиям, автор обязан описать методику экспериментов, оценить точность и воспроизводимость полученных результатов. Если получены отрицательные результаты, их также следует обозначить и обсудить.

В информации о месте выполнения работы указываются полные названия организаций и их подразделений, инфраструктура и ресурсы которых были использованы при выполнении работы; здесь же сообщаются сведения о научных руководителях и консультантах.

Статья, содержащая инновационные предложения, в своей основной части должна включать:

- сравнение с существующими аналогами, в котором необходимо дать сведения о преимуществах, которые имеет выполненная разработка;

- сведения о возможном использовании разработки с описанием предполагаемых областей, способов и форм её применения, а также обоснованием времени доведения разработки до действующего образца и необходимых для этого ресурсов;

- анализ бизнес-привлекательности разработки, в котором должны быть оценены перспективы её коммерческого использования или влияния, которое она может оказать на промышленную, экономическую или социальную деятельность.

Заключение должно содержать краткую формулировку результатов, полученных в ходе работы, их осмысление, выводы, обобщения и рекомендации, вытекающие из работы, обсуждение практической значимости результатов, а также основных направлений дальнейших исследований/разработки. В конце заключения могут быть приведены ссылки на гранты, а также благодарности учёным, специалистам, преподавателям, учителям, и коллегам, подказавшим важные идеи.

Список литературы должен содержать перечень использованных в работе книг, журналов, статей и т. д. в порядке ссылок на эти источники в статье.

2.2.2. Областной конкурс «Взлет» исследовательских проектов обучающихся образовательных организаций в Самарской области

ТРЕБОВАНИЯ

к оформлению проектов, представляемых на региональный этап областного конкурса «Взлет» исследовательских проектов обучающихся образовательных организаций в Самарской области

Текст проекта набирается на компьютере в текстовом редакторе. Кегль шрифта основного текста 12 пунктов, ненаклонный, межстрочный интервал 1,5. Для заголовков разрешается использовать шрифт 14 пунктов, полужирный. Гарнитура шрифта – семейства Times.

Объем проекта – до 20 страниц (без приложений).

Объем электронного файла проекта в формате .pdf – не более 1,7 Мб.

Описание проекта должно быть построено по определенной структуре, которая является общепринятой для научных трудов. Основными элементами этой структуры в порядке их расположения являются:

- титульный лист;
- аннотация;
- список ключевых слов;
- оглавление;
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- библиографический список;
- приложения.

Аннотация имеет размер не более 1000 символов. В ней кратко отражается цель проекта, использованные методы, указывается, в чем состоит исследовательская составляющая проекта, перечисляются основные полученные результаты.

Ключевые слова (не более восьми) отражают основное содержание проекта.

В оглавлении приводятся пункты проекта с указанием страниц.

Во введении кратко обосновывается актуальность выбранной темы, цель и содержание поставленных задач, формулируется объект и предмет исследования, указывается выбранный метод (или методы) исследования, обосновывается исследовательский характер проекта, указывается его связь с приоритетными направлениями и критическими технологиями развития науки, техники и технологий и Российской Федерации и Самарской области, связь с организациями/ предприятиями при выполнении проекта, тематикой собственных исследований научного консультанта и руководителя, сообщается, в чем заключается значимость и (или) прикладная ценность полученных результатов, приводится характеристика источников для написания работы и краткий обзор имеющейся по данной теме литературы.

В основной части проекта подробно приводится методика и техника исследования, даются сведения об объеме исследования, излагаются и обсуждаются полученные результаты. Содержание основной части должно точно соответствовать теме проекта и полностью ее раскрывать.

Заключение содержит основные выводы, к которым автор пришел в процессе анализа избранного материала. При этом должна быть подчеркнута их самостоятельность, новизна, теоретическое и (или) практическое (прикладное) значение полученных результатов. При оценке экспертами работ учитывается и грамотность текста.

После заключения приводится список использованных источников (библиографический список). В тексте должны быть ссылки на тот или иной научный источник (номер ссылки соответствует порядковому номеру источника в списке литературы).

В приложении помещают:

- отчет по антиплагиату с оценкой оригинальности не менее 70 %;

- справку об использовании работы конкретным предприятием/организацией (если есть),
- вспомогательные или дополнительные материалы.

2.3. Критерии оценки творческого результата исследовательской деятельности

Далее приведем сравнительный обзор критериев, по которым оцениваются результаты исследовательских работ, представляемых научно-мотивированные школьниками и студентами на ряд авторитетных конкурсных мероприятий регионального и всероссийского масштаба.

2.3.1. Всероссийский форум научной молодежи «Шаг в будущее» и Национальное соревнование молодых ученых Европейского Союза (URL: <http://xn--80accdhga3ib7bs.xn--p1ai/forum> – правила оформления работ)

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ секции 3D «Информатика, вычислительная техника, телекоммуникации»

Работы анализируются с позиции следующих критериев:

- владение конкурсантом теоретическими и практическими аспектами разработки;
- четкое и неизбыточное описание существа работы с иллюстративным и аналитическим материалом;
- грамотное написание и изложение текста работы, корректное ведение системы условных сокращений;
- использование в работе информации и данных о современных достижениях в соответствующей области науки и техники;
- четкое обозначение границ собственной разработки в системе используемых стандартных программно-аппаратных средств;
- наличие критического взгляда на собственные достижения, описание предложений по совершенствованию и развитию системы в будущем;
- наличие адекватного количества текстового и иллюстративного материала, позволяющего полноценно оценить работу по предоставленным материалам;
- наличие диска или иного носителя с работоспособным программным обеспечением, иллюстрирующим результат работы.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ секции 4G «Психология»

При рецензировании учитываются следующие критерии:

- использование знаний вне школьной программы;
- научное и практическое значение результатов работы;
- новизна исследования;
- достоверность результатов;

2.3.2. Всероссийский научно-технологический конкурс проектов «Большие вызовы»

Образовательный центр «Сириус» разработал требования к оформлению проектов и критерии, по которым будут оцениваться работы участников Всероссийского научно-технологического конкурса проектов «Большие вызовы» в 2020–2021 учебном году (URL: https://konkurs.sochisirius.ru/pr_img/1918100371/20211206/02745464/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%92%D0%9A%D0%9D%D0%A2%D0%9F_%D0%91%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%88%D0%B8%D0%B5_%D0%B2%D1%8B_21-22.pdf).

Общие требования к содержанию работы

- Оригинальность текста должна составлять более 70 %.
- Этичность – работа не должна нарушать морально-этические нормы или носить про-вокационный характер.
- Здравый смысл / научность – полученные результаты не должны противоречить основополагающим законам природы (т. н. вечный двигатель), не должна наблюдаться очевидная лженаучность используемого подхода.
- Соответствие требованиям Положения о конкурсе.

Критерии оценки работ участников

Критерий 1 – целеполагание	Балл
Цель работы не поставлена, задачи не сформулированы, проблема не обозначена	0
Цель обозначена в общих чертах, задачи сформулированы не конкретно, проблема не обозначена	1
Цель однозначна, задачи сформулированы не конкретно, актуальность проблемы не аргументирована	2
Цель однозначна, задачи сформулированы конкретно, проблема обозначена, актуальна; актуальность проблемы аргументирована	3
Критерий 2 – анализ области исследования	
Нет обзора литературы изучаемой области/ область исследования не представлена. Нет списка используемой литературы	0
Приведено описание области исследования, но нет ссылок на источники. Нет списка используемой литературы	1
Приведен анализ области исследования с указанием на источники, ссылки оформлены в соответствии с требованиями. Проведен список используемой литературы. Цитируемые источники устарели, не отражают современное представление	2
Приведен развернутый анализ области исследования с указанием на источники, ссылки оформлены в соответствии с требованиями. Источники актуальны, отражают современное представление	3
Критерий 3 – методика исследовательской деятельности	
Нет описания методов исследования. Нет выборки (если требуется)	0
Дано перечисление методик без подробного описания, выборка отсутствует (если требуется)	1
Методики описаны, но нет обоснования применения именно этого метода, выборка присутствует (если требуется)	2
Методики описаны подробно, приведено обоснование применимости метода, указаны ссылки на публикации применения данной методики. Выборка (если требуется) соответствует критерию достаточности	3
Критерий 4 – качество результата	
Исследование не проведено, результаты не получены, не проведено сравнение с данными других исследований, выводы не обоснованы	0
Исследование проведено, получены результаты, но они не достоверны. Не проведено сравнение с данными других исследований. Выводы недостаточно обоснованы	1

Исследование проведено, получены достоверные результаты. Выводы обоснованы. Не показано значение полученного результата по отношению к результатам предшественников в области	2
Исследование проведено, получены результаты, они достоверны. Выводы обоснованы. Показано значение полученного результата по отношению к результатам предшественников в области	3
Критерий 5 – самостоятельность, индивидуальный вклад в исследование	
Нет понимания сути исследования, личного вклада не выявлено. Низкий уровень осведомлённости в предметной области исследования	0
Есть понимание сути исследования, личный вклад не конкретен. Уровень осведомлённости в предметной области исследования не позволяет уверенно обсуждать положение дел по изучаемому вопросу	0,5
Есть понимание сути исследования, личный вклад и его значение в полученных результатах чётко обозначены. Уровень осведомлённости в предметной области исследования достаточен для обсуждения положения дел по изучаемому вопросу	1
Есть понимание сути исследования, личный вклад и его значение в полученных результатах чётко обозначены. Свободно ориентируется в предметной области исследования. Определено дальнейшее направление развития исследования	1,5

Критерии для оценки прикладных проектных работ

Практико-ориентированный (прикладной) – проект, основной целью которого является решение прикладной задачи; результатом такого проекта может быть разработанное и обоснованное проектное решение, бизнес-план или бизнес-кейс, изготовленный продукт или его прототип и т. п.

Критерий 1 – целеполагание	Балл
Отсутствует описание цели проекта. Не определён круг потенциальных заказчиков / потребителей / пользователей. Не определены показатели назначения	0
Обозначенная цель проекта не обоснована (не сформулирована проблема, которая решается в проекте) или не является актуальной в современной ситуации. Круг потенциальных заказчиков / потребителей / пользователей не конкретен. Заявленные показатели назначения не измеримы, либо отсутствуют	1
Цель проекта обоснована (сформулирована проблема, которая решается в проекте) и является актуальной в современной ситуации. Представлено только одно из следующего: 1) чётко обозначен круг потенциальных заказчиков / потребителей / пользователей, 2) заявленные показатели назначения измеримы	2
Есть: конкретная формулировка цели проекта и проблемы, которую проект решает; актуальность проекта обоснована;	3

Чётко обозначен круг потенциальных заказчиков / потребителей / пользователей. Заявленные показатели назначения измеримы	
Критерий 2 – анализ существующих решений и методов	
Нет анализа существующих решений, нет списка используемой литературы	0
Есть неполный анализ существующих решений проблемы и их сравнение, есть список используемой литературы	1
Дана сравнительная таблица аналогов с указанием показателей назначения. Выявленные в результате сравнительного анализа преимущества предлагаемого решения не обоснованы, либо отсутствуют. Есть список используемой литературы	2
Есть: актуальный список литературы, подробный анализ существующих в практике решений, сравнительная таблица аналогов с указанием преимуществ предлагаемого решения	3
Критерий 3 – планирование работ, ресурсное обеспечение проекта	
Отсутствует план работы. Ресурсное обеспечение проекта не определено. Способы привлечения ресурсов в проект не проработаны	0
Есть только одно из следующего: 1) план работы, с описанием ключевых этапов и промежуточных результатов, отражающий реальный ход работ; 2) описание использованных ресурсов; 3) способы привлечения ресурсов в проект	1
Есть только два из следующего: 1) план работы, с описанием ключевых этапов и промежуточных результатов, отражающий реальный ход работ; 2) описание использованных ресурсов; 3) способы привлечения ресурсов в проект	2
Есть: подробный план, описание использованных ресурсов и способов их привлечения для реализации проекта	3
Критерий 4 – качество результата	
Нет подробного описания достигнутого результата. Нет подтверждений (фото, видео) полученного результата. Отсутствует программа и методика испытаний. Не приведены полученные в ходе испытаний показатели назначения	0
Дано подробное описание достигнутого результата. Есть видео и фото-подтверждения работающего образца / макета / модели. Отсутствует программа и методика испытаний. Испытания не проводились	1
Дано подробное описание достигнутого результата. Есть видео и фото-подтверждения работающего образца / макета / модели. Приведена программа и методика испытаний. Полученные в ходе испытаний показатели назначения не в полной мере соответствуют заявленным	2
Дано подробное описание достигнутого результата. Есть видео и фото-подтверждения работающего образца / макета / модели. Приведена программа и методика испытаний. Полученные в ходе испытаний показатели назначения в полной мере соответствуют заявленным	3
Критерий 5 – самостоятельность работы над проектом и уровень командной работы	
Участник не может точно описать ход работы над проектом, нет понимания личного вклада и вклада других членов команды. Низкий уровень осведомлённости в профессиональной области	0
Участник может описать ход работы над проектом, выделяет личный вклад в проект, но не может определить вклад каждого члена команды. Уровень осведомлённости в профессиональной области, к которой относит-	0,5

ся проект, не достаточен для дискуссии	
Участник может описать ход работы над проектом, выделяет личный вклад в проект, но не может определить вклад каждого члена команды. Уровень осведомлённости в профессиональной области, к которой относится проект, достаточен для дискуссии	1
Участник может описать ход работы над проектом, выделяет личный вклад в проект и вклад каждого члена команды. Уровень осведомлённости в профессиональной области, к которой относится проект, достаточен для дискуссии	1,5

2.3.3. Всероссийский конкурс исследовательских и проектных работ учащихся «Юность, наука, культура»

(URL:

http://future4you.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=7039&Itemid=4195)

Основные критерии оценки исследовательских работ:

- исследовательский характер работы;
- элементы новизны исследования;
- актуальность работы, практическая и / или теоретическая значимость;
- грамотность и логичность изложения;
- анализ литературы по теме;
- личный вклад автора в исследование;
- качество выступления с докладом.

Основные критерии оценки проектов:

- обоснование, актуальность выбранной темы;
- замысел, идея, оригинальность решения проблемы (креативность проекта);
- полученные результаты, практическая, социальная значимость работы;
- степень самостоятельности при реализации проекта.

2.3.4. Онлайн-конструктор тем исследовательских работ для учащихся и педагогов

(URL: <http://temagenerator.ru/>)

Основные критерии оценки исследовательских работ:

- актуальность и новизна выбранной темы;
- соответствие заявленной темы и содержания работы;
- соответствие цели, задач и результатов работы;
- степень знакомства автора с литературой по теме;
- количество, актуальность и достоверность источников, использованных при подготовке работы;
- целесообразность выбранных методов, приемов и подходов к решению поставленных задач;
- объем практической (непосредственно исследовательской) части работы;
- умение анализировать полученные результаты;
- сформированность и аргументированность собственного мнения;
- язык изложения;
- уровень владения терминологией;
- грамотность оформления работы;
- качество подготовки речи и презентации для защиты исследования;
- умение отвечать на вопросы по теме исследования, вести дискуссию.

2.4. Обобщенная система 15 критериев для оценки творческого уровня научно-исследовательской работы (проекта)

Эта систем критериев была предложена С. А. Пиявским в середине девяностых годов прошлого века и с тех пор многократно шлифовалась в процессе использования в Самарской городской, затем областной программе «Кадровый потенциал» и в Самарской областной системе (ЕСМ), включая программы ВЗЛЕТ и ПОЛЕТ.

Критерии оценки творческого уровня научно-исследовательских работ

1. Тип результатов.
 2. Результаты являются частью НИР руководителя, научной группы кафедры, вуза.
 3. Результаты относятся к перспективному направлению науки, техники, технологий.
 4. Направлена (подготовлена) публикация в научной печати.
 5. Результаты внедрены или подготовлены к внедрению в сторонних организациях.
 6. Представлен глубокий обзор научной проблематики.
 7. Используются теоретические методы (математические, понятийный аппарат социально-гуманитарного научного познания).
 8. Получены новые научные результаты.
 9. Имеются собственные оригинальные идеи участника.
 10. Имеется глубокий анализ литературы (по авторам и времени).
 11. Используются / разработаны специальные технологии проведения исследований.
 12. Масштабность предполагаемых последствий полной реализации работы.
 13. Масштабность проведенного исследования.
 14. Качество оформления представленных результатов.
 15. Качество доклада и ответов на вопросы при защите работы.
- В таблице 2.1 приводится развернутая версия этой системы критериев.

Таблица 2.1 – Система критериев оценки творческого уровня работ молодых исследователей

Критерий оценки научно-исследовательской работы (проекта)	Код возможной оценки и что она означает	Код твоей оценки	Краткое обоснование твоей оценки конкретными аргументами (впиши в эту графу вместо содержащихся в ней подсказок)	Заметки рецензента
1. Тип результатов	0 – не носят исследовательского характера		Конкретно в чем состоит результат, неочевидный до выполнения работы? С какими аналогами конкретно он сравнивался в работе? Названия изученных научных школ? Конкретно в чем новизна идеи, выдвинутой именно тобой? В чем состоит формализованность предложенной тобой постановки задачи?	
	1 – носят исследовательский характер, т. е. получен результат, который был неочевиден до ее выполнения			
	2 – кроме 1, автор сопоставляет полученный им результат с известными аналогичными результатами			
	3 – кроме 2, знает по литературе о научных школах соответствующего направления			
	4 – кроме 3, работа содержит выдвижение собственных новых идей			
	5 – кроме 4, предложена новая формализованная постановка задачи			
2. Результаты являются	0 – не является		Ф. И. О., должность руководителя? Кон-	
	1 – связана с НИР руководителя			

частью НИР руководителя, научной группы кафедры, вуза	2 – связана с НИР разновозрастного исследовательского коллектива, в который входит автор		кретное название разновозрастного коллектива, E-mail его руководителя? Название и номер журнала, название статьи, авторы статьи? Конкретное название темы, форма оплаты (договор, грант, программа)	
	3 – результаты использованы в публикациях в научной печати с указанием фамилии автора и научного руководителя			
	4 – автор является оплачиваемым участником ведущихся исследовательских работ			
	5 – автор является оплачиваемым участником работ по грантам РФФИ или отраслевым программам			
3. Результаты относятся к перспективному направлению науки, техники, технологий	0 – научное направление как таковое отсутствует		Конкретное название направления? Конкретная ссылка на соответствующий перечень? Ссылка на приложенную к документам на конкурс справку от предприятия, подтверждающую перспективность направления и факт работы автора по этому направлению.	
	1 – традиционное научное направление			
	2 – новое перспективное научное направление			
	3 – входят в перечень приоритетных направлений и критических технологий РФ или аналогичные авторитетные перечни			
	4 – входят в перечень приоритетных направлений и критических технологий Самарской области			
	5 – входят в тематику организации-лидера научно-технического прогресса в РФ или аналогичные авторитетные перечни			
4. Направлена или подготовлена публикация в научной печати	0 – нет		Ссылка на статью с указанием журнала, в котором опубликована или на справку из журнала, что статья принята в печать	
	1 – статья направлена в научную печать, но еще не опубликована,			
	2 – статья опубликована в журнале, реферируемом в РИНЦ			
	3 – статья опубликована в журнале из перечня ВАК			
	4 – статья опубликована в журнале, реферируемом в Scopus			
5 – статья опубликована в журнале реферируемом в Web of Science				
5. Результаты внедрены или подготовлены к внедрению в сторонних организациях	0 – результаты не имеют практического значения		Подтвердить соответствующими документами	
	1 – результаты могут быть использованы в конкретной организации (есть справка)			
	2 – результаты уже используются в конкретной организации (есть справка о внедрении без эконом. эффекта)			
	3 – получен грант на реализацию результатов или создание малого предприятия			

	4 – результаты уже используются в организации-лидере по тематике, предложенной через программы ПОЛЕТ – ОРБИТА (есть справка с эконом. эффектом) или функционирует созданное предприятие			
	5 – результаты работы защищены патентом или авторским свидетельством			
6. Представлен глубокий обзор научной проблематики	0 – анализ отсутствует		Привести названия научных школ; указать кратко их основные отличия; указать конкретные крупнейшие работы последних лет организации-лидера, назвать его партнеров и конкурентов. Чем именно работа связана с исторической логикой развития всего направления	
	1 – участник знает историю развития направления, перспективы, ученых и названия их работ			
	2 – знает об отдельных научных школах в России и за рубежом, их отличиях, различные точки зрения приводятся без обсуждения			
	3 – знает об отдельных научных школах в России и за рубежом, их отличиях, различные точки зрения приводятся и обсуждаются			
	4 – подробно знает о работах организации-лидера НТТ, ее партнерах и конкурентах			
	5 – кроме 4, подробно увязывает свою работу с исторической логикой развития всего направления			
7. Используются теоретические методы (математические, понятийный аппарат социально-гуманитарного научного познания)	0 – нет		Назвать конкретные используемые в работе методы. Пояснить, в чем состоит междисциплинарный характер работы	
	1 – традиционный, несложный аппарат, в основном руководителем			
	2 – традиционный, несложный аппарат, в основном самостоятельно			
	3 – достаточно сложный аппарат, в основном руководителем			
	4 – достаточно сложный аппарат, в основном самостоятельно			
	5 – междисциплинарные методы, выходящие за рамки отдельного научного направления			
8. Получены новые научные результаты	0 – новые научные результаты отсутствуют		Перечислить полученные в работе новые научные результаты, охарактеризовать содержательный вклад руководителя в каждое из них	
	1 – принадлежат, в основном руководителю, но участник их использует в работе			
	2 – получены совместно с руководителем, не очень значительны			
	3 – получены, в основном участником, не очень значительны			
	4 – получены совместно с руководителем, значительны			
	5 – получены, в основном самим			

	участником, значительны			
9. Имеются собственные оригинальные идеи участника	0 – оригинальные идеи отсутствуют		Назвать конкретно имеющиеся в работе оригинальные идеи, кратко пояснить по каждой, в чем их неожиданность, парадоксальность	
	1 – отражены незначительные элементы оригинальности мышления автора			
	2 – предложены оригинальные варианты развития идей других исследователей			
	3 – предложены оригинальные идеи самим автором без достаточной аргументации			
	4 – предложены оригинальные идеи с достаточной для обоснования аргументацией			
	5 – дана неожиданная, парадоксальная интерпретация результатов работы в целом и ее выводов			
10. Имеется глубокий анализ литературы (по авторам и времени)	0 – отсутствует		Указать основные источники и одной фразой конкретно пояснить, с какой целью они упоминаются в работе	
	1 – целиком заимствован, участник этим материалом не владеет			
	2 – заимствован, но увязан с работой, участник этим материалом владеет и его использует			
	3 – выполнен самостоятельно по нескольким интернет-источникам с перекрестным сопоставлением			
	4 – выполнен по Интернету и журнальным статьям (>6) с перекрестным сопоставлением			
	5 – анализ выполнен самостоятельно, в том числе и по зарубежным источникам, на высоком уровне			
11. Используются/разработаны специальные технологии проведения исследований	0 – не используются, не разработаны		Назвать технологии и одной-двумя фразами конкретно пояснить, с какой целью они упоминаются в работе, в чем их нестандартность, уникальность. Назвать международный коллектив и место автора в нем.	
	1 – используются традиционные технологии			
	2 – используются новые технологии, нестандартное оборудование, программное обеспечение			
	3 – разрабатываются новые технологии, нестандартное оборудование, программное обеспечение			
	4 – используются уникальное оборудование, дорогостоящее программное обеспечение			
	5 – разрабатываются уникальные продукты, работа ведется в международных коллективах			
12. Масштабность предполагаемых по-	0 – незаметные		Привести конкретно возможную тематику статей и фамилии ученых, которые могут	
	1 – есть основания, что на опубликованную работу могут быть ссылки в статьях других авторов			

следствий полной ре- ализации ра- боты	2 – аналогичны повышению эффек- тивности производственных процес- сов на отдельном предприятии		ссылаться на работу автора, пояснив осно- вания для таких ожи- даний. Провести обос- нованную аналогию между реализацией ре- зультатов работы и конкретным видом предприятия	
	3 – аналогичны выпуску предпри- ятием нового вида продукции			
	4 – аналогичны строительству новых предприятий для выпуска качествен- но новой продукции			
	5 – аналогичны созданию новых подотраслей промышленности			
13. Мас- штабность проведенно- го исследо- вания	0 – незначительна		Количество парамет- ров, направлений, оп- ределяющих масштаб- ность исследования? В чем существенная зна- чимость выводов? Ка- кие конкретно средства проведения исследова- ния специально разра- ботаны (их названия)? Конкретные числа, ха- рактеризующие «большой» объем ма- териала? Что именно в результате исследова- ния изменилось в обычном представле- нии об объекте иссле- дования?	
	1 – по небольшому числу парамет- ров, направлений, не дает существ- венных выводов			
	2 – по небольшому числу парамет- ров, направлений, но приводит к су- щественным выводам			
	3 – проводится с помощью специ- ально разработанных средств (уста- новки, программы, методики...)			
	4 – кроме 3, проводится на большом материале, приводит к существен- ным выводам			
5 – кроме 4, значительно меняет обычные представления об объекте исследования				
14. Качество оформления представ- ленных ре- зультатов	0 – неряшливое, неграмотное, непон- ятное описание работы, присутст- вует плагиат		Перечислить сжаты основные ключевые положения и выводы работы, указать, какие из них чем обоснованы в работе. Какие кон- кретно оригинальные приемы использованы, чтобы облегчит пони- мание работы?	
	1 – оформлена аккуратно, грамотно, но ключевые положения и выводы не обоснованы			
	2 – оформлена аккуратно, грамотно, но не все ключевые положения и вы- воды имеют обоснование			
	3 – оформлена аккуратно, грамотно, все ключевые положения и выводы имеют обоснование			
	4 – кроме 3, использованы известные специальные средства, облегчающие понимание работы			
	5 – кроме 3, участником применены оригинальные приемы, облегчающие понимание работы			
15. Качество доклада и ответов на вопросы при защите ра-	0 – не понимает, что докладывает		Конкретное название доклада и форума (за- седание кафедры, со- вещание, конференция, место проведения и	
	1 – понимает, что докладывает, но не может четко объяснить, ответить на вопросы, говорит тихо			
	2 – докладывает самостоятельно,			

боты	четко, громко, однако не может ответить на большинство вопросов		дата), на котором выступал автор. Конкретная аргументация выставленной оценки – дополнительные средства усиления доклада, в чем выразилось «выдающееся впечатление» от него
	3 – докладывает самостоятельно, четко, громко, отвечает на все вопросы		
	4 – кроме 3, использует дополнительные средства усиления доклада		
	5 – кроме 4, доклад производит выдающееся впечатление		

Указ Президента РФ от 07.07.2011 г. № 899 (ред. от 16.12.2015)
«Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации»
(URL: <https://legalacts.ru/doc/ukaz-prezidenta-rf-ot-07072011-n-899/>)

ПЕРЕЧЕНЬ КРИТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

1. Базовые и критические военные и промышленные технологии для создания перспективных видов вооружения, военной и специальной техники.
2. Базовые технологии силовой электротехники.
3. Биокаталитические, биосинтетические и биосенсорные технологии.
4. Биомедицинские и ветеринарные технологии.
5. Геномные, протеомные и постгеномные технологии.
6. Клеточные технологии.
7. Компьютерное моделирование наноматериалов, наноустройств и нанотехнологий.
8. Нано-, био-, информационные, когнитивные технологии.
9. Технологии атомной энергетики, ядерного топливного цикла, безопасного обращения с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом.
10. Технологии биоинженерии.
11. Технологии диагностики наноматериалов и наноустройств.
12. Технологии доступа к широкополосным мультимедийным услугам.
13. Технологии информационных, управляющих, навигационных систем.
14. Технологии наноустройств и микросистемной техники.
15. Технологии новых и возобновляемых источников энергии, включая водородную энергетику.
16. Технологии получения и обработки конструкционных наноматериалов.
17. Технологии получения и обработки функциональных наноматериалов.
18. Технологии и программное обеспечение распределенных и высокопроизводительных вычислительных систем.
19. Технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации ее загрязнения.
20. Технологии поиска, разведки, разработки месторождений полезных ископаемых и их добычи.
21. Технологии предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.
22. Технологии снижения потерь от социально значимых заболеваний.
23. Технологии создания высокоскоростных транспортных средств и интеллектуальных систем управления новыми видами транспорта.
24. Технологии создания ракетно-космической и транспортной техники нового поколения.
25. Технологии создания электронной компонентной базы и энергоэффективных световых устройств.

26. Технологии создания энергосберегающих систем транспортировки, распределения и использования энергии.

27. Технологии энергоэффективного производства и преобразования энергии на органическом топливе.

УТВЕРЖДЕНЫ
Постановлением губернатора Самарской области
от 24.07.2003 г. № 286

**ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ
РАЗВИТИЯ НАУКИ, ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНИКИ И ПЕРЕЧЕНЬ
КРИТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ**

(URL: <http://docs.cntd.ru/document/945008219>)

ПЕРЕЧЕНЬ КРИТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

Информационные технологии и электроника

1. Компьютерное моделирование и высокопроизводительные вычислительные системы.
2. Распознавание образов и анализ изображений.
3. Опто-, радио и акустоэлектроника, оптическая и СВЧ-связь, информационно-телекоммуникационные системы.

Космические и авиационные технологии

Авиационная, ракетно-космическая техника с использованием новых технических решений.

Новые материалы и химические технологии

1. Металлы и сплавы со специальными свойствами.
2. Каталитические системы и технологии.
3. Полимеры, композиты, керамические материалы, лакокрасочные материалы.

Новые транспортные технологии

1. Автомобильная техника на базе новых технических решений.
2. Безопасность движения, управления транспортом, интермодальные перевозки и логические системы.

Производственные технологии

1. Лазерные и электронно-ионно-плазменные технологии.
2. Информационная интеграция и системная поддержка жизненного цикла продукции.
3. Конверсионные технологии двойного применения.
4. Строительные технологии.
5. Автоматизация и управление технологическими процессами и комплексами, гибкие производственные системы, робототехнические системы и микромашины.

Технологии живых систем

1. Производство и переработка сельскохозяйственного сырья.
2. Синтез лекарственных средств и пищевых добавок, системы жизнеобеспечения и защиты человека.
3. Технологии биотехнологии, биологические средства защиты растений и животных.

Экология и рациональное природопользование

1. Мониторинг окружающей среды.
2. Обезвреживание техногенных сред.
3. Снижение риска и уменьшение последствий природных и техногенных катастроф; перспективные технологии и технические решения обеспечения экологической безопасности при разработке и эксплуатации энергетических станций, транспортных средств, авиационной и ракетно-космической техники.

Энергосберегающие технологии

1. Технологии конвертации и создания двигателей для газоперекачивающих агрегатов и газотурбинных электростанций.
2. Энергосбережение.

2.5. Самостоятельная работа «Выбор и реферирование научной статьи»

Задание.

Зарегистрируйся в Научной электронной библиотеке eLIBRARY.RU (URL: <https://elibrary.ru>). Составь запрос по интересующей тебя тематике и выбери из выдачи заинтересовавшую тебя статью. Удостоверься, что статья опубликована в журнале из Перечня ВАК и доступен бесплатно ее полный текст (зеленый значок слева от названия статьи), посмотри на сайте учебной дисциплины, не выбрал ли уже ее кто-то из твоих коллег по учебному потоку.

Изучи ее текст, читая с экрана, удостоверься, что она в основном понятна тебе, интересна, кроме того, в статье четко, а не общими словами, охарактеризована актуальность (то есть теоретическая или практическая важность и востребованность) представленного исследования, на какой вопрос она отвечает, в чем новизна ответа, чем конкретно подтверждена его справедливость. В статье должен быть какой-то конкретный факт, или пример, или результат, который тебе просто интересно было узнать. Не ленись просмотреть и сравнить несколько статей, «для солидности» сможешь в презентации перечислить их названия и указать, почему ты выбрал ту, которую выбрал.

Когда ты окончательно выберешь статью для реферирования, внеси информацию о ней на сайт учебной дисциплины. Затем к положенному сроку изучи ее, подготовь текст пятиминутного доклада о ней и презентацию, потренируйся, как будешь докладывать на занятии своими словами, не с листа, так, чтобы уложиться в пять минут.

Советы по подготовке презентации (состав слайдов)

1. Название статьи (исследования); ее автор; журнал; студент – Ф. И. О. автора презентации, курс обучения; год.
2. Скрин из eLIBRARY, свидетельствующий, что журнал входит в Перечень ВАК.
3. Какие статьи ты посмотрел и почему выбрал именно эту.
4. Актуальность исследования.
5. Вопрос, на который отвечает исследование.
6. Что выполнил автор, чтобы ответить на этот вопрос.
7. Содержание ответа на вопрос.
8. В чем новизна ответа.
9. Чем автор подтверждает правильность ответа.
10. Конкретный факт, или пример, или результат, который тебе просто интересно было узнать.
11. Оценка статьи по 15 критериям.
12. Твое общее впечатление о статье.

Общие рекомендации по оформлению презентации

(URL: <https://texterra.ru/blog/kak-sdelat-klassnyu-prezentatsiyu-esli-vy-ne-dizayner.html>)

Краткие рекомендации по оформлению презентации

1. Цвет фона – белый.
2. Наличие в презентации нумерации слайдов (на первом и последнем слайдах номера ставить не обязательно). Номера страниц должны отчетливо читаться.
3. Демонстрация одного слайда не должна превышать полминуты устного выступления.

4. Общее количество содержательных слайдов не должно превышать 12.
5. Кегль шрифта заголовка слайда должен быть не менее 24–30 пунктов.
6. Кегль шрифта текста, отражающего наиболее существенное содержание слайда, должен быть не менее 20 пунктов.
7. Все присутствующие на слайде рисунки, таблицы, графики, гистограммы и т. п. должны быть подписаны (иметь название).
8. На рисунках, графиках и гистограммах должны присутствовать названия осей, единицы измерения и другая важная информация, облегчающая восприятие содержания.
9. Если на слайде присутствуют десятичные дроби, округлять их следует до десятых. В случаях, когда в содержании слайда отражается финансовая статистика, следует указывать только рубли (копейки не указываются).

Советы по подготовке к докладу

1. Написать текст доклада, соответствующий слайдам презентации.
2. Сделать вслух доклад по этому тексту, показывая презентацию и, изменяя текст (если нужно, соответственно изменяя и презентацию), добиться, чтобы доклад занял не более пяти минут.
3. Убедиться, что ты докладываешь своими словами, а не читаешь с листа. Если так все же получается, вернись к п. 2 и внеси коррективы.

3. Структура исследовательской деятельности

3.1. Функции исследовательской деятельности

Перейдем к рассмотрению структуры зрелой исследовательской деятельности в наиболее полном ее проявлении. Прежде всего посмотрим, как структурировали ее, анализируя собственный опыт, выдающиеся творцы в сфере науки и техники, а также крупные ученые, исследовавшие проблемы научно-технического творчества. Весьма полный обзор их высказываний относительно этапов процесса исследования или совершения открытия представлен в монографиях А. С. Майданова и Е. П. Ильина. Далее приводятся некоторые высказывания и дается ссылка на материал в Интернете, позволяющий составить общее представление об авторах высказываний и их идеях. Цифры, находящиеся в скобках, будут пояснены далее.

Анри Пуанкаре (1854–1912) – французский математик, механик, физик, астроном и философ, член более 30 академий мира, один из величайших математиков всех времен. Его перу принадлежат более 500 статей и книг (URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Пуанкаре,_Анри#cite_note-Q157-10, <https://www.math.com.ua/articles/puankare.html>):

- 1) период сознательной работы (1, 2);
- 2) бессознательная работа, заканчивающаяся озарением (3);
- 3) новый период сознательной работы (4, 5, 6, 7).

Джон Дьюи (1859–1952) – американский ученый и педагог, автор более 30 книг и 900 научных статей по философии, эстетике, социологии, педагогике и другим дисциплинам направления прагматизм. Автор более 30 книг и 900 статей. «Как иногда утверждается, философия Дьюи очень популярна в США, и 80 % американцев, знакомых с философией, считают Дьюи лучшим философом Америки своего времени» (URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Дьюи,_Джон#cite_note-Якушев-5):

- 1) чувствуемая трудность (1);
- 2) ее местонахождение и определение, предложение решения (2, 3, 4, 5);
- 3) рассмотрение следствий и проверка решения (6, 7).

Грэм Уоллес (1858–1932) – английский психолог, политик-ученый, профессор экономики. В 1926 году, за тринадцать лет до создания Джеймсом Уэббом Янгом техники по генерированию идей и более чем на три десятилетия раньше появления теории бисоциации Артура Кёстлера (теория получения новых концепций на основе комбинации идей, взятых из разных контекстов), английский социальный психолог и соучредитель Лондонской школы экономики Грэм Уоллес написал книгу «**Искусство мышления**», в которой изложил теорию четырёх стадий творческого процесса. В своих выводах Уоллес руководствовался как собственными наблюдениями, так и опытом известных изобретателей, эрудитов и творческих личностей, которые зачастую старательно описывали свои состояния, сопровождающие рождение гениальных мыслей (URL: <https://monocler.ru/iskusstvo-myishleniya-grem-uolles-o-chetyiryoh-etapah-tvorchestva/>):

- 1) подготовка (1);
- 2) созревание (2);
- 3) озарение (3);
- 4) верификация (4, 5, 6, 7).

Марио Бунге (1919–2020) – аргентинский философ и физик (Бунге, 1967):

- 1) признание существования проблемы (1, 2);
- 2) подготовка или усвоения относящихся к делу знаний (2, 4);
- 3) представление и опробование различных гипотез (5);
- 4) синтез, разрешающий, по-видимому, проблему (6);
- 5) проверка предложения (7, 8, 9).

Карл Дункер (1903–1940) – немецкий психолог, видный представитель гештальтпсихологии, один из наиболее выдающихся исследователей мышления. Известен прежде всего своими исследованиями в области продуктивного мышления и решения задач. Проведя многочисленные эксперименты, Дункер ввёл понятие функционального значения решения задачи; открыл феномен функциональной закреплённости, заключающийся в том, что используемый определённым образом предмет трудно потом использовать иначе (URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D1%83%D0%BD%D0%BA%D0%B5%D1%80,%D0%9A%D0%B0%D1%80%D0%BB>):

- 1) этап уяснения (2);
- 2) этап отыскания функционального значения решения (3, 4, 5, 6);
- 3) этап циклического «замыкания» (3, 7).

Фердинанд Гонсет (1890–1975) – швейцарский философ и математик, профессор математики Политехнической школы в Цюрихе. Известен своими работами в области философии математики (URL: https://hrwiki.ru/wiki/Ferdinand_Gonseth):

- 1) постановка проблемы (2);
- 2) выдвижение гипотезы (3);
- 3) испытание, проверка гипотезы (5, 6, 7, 9);
- 4) формирование окончательного результата (7, 8).

Джозеф Россман (на основе анкетного изучения 700 изобретателей) (Rossman J. Psychology of the Inventor. L., 1931. URL: <https://archive.org/details/industrialcreati00ross>):

- 1) наблюдения потребности или трудности (1);
- 2) анализ потребности (2);
- 3) обзор доступной информации (4);
- 4) формирование целевых решений (5);
- 5) критический анализ решений (6, 9);
- 6) рождение идей (собственно изобретение) (3);
- 7) экспериментирование с целью проверки идеи (5, 6, 9).

Джон Диксон, профессор университета Пердью и Свармортского колледжа (на основе анализа отчетов изобретателей)

(URL:

https://gtmarket.ru/files/book/John_Dixon_Design_Engineering_Inventiveness_Analysis_and_Decision_Making.pdf):

- 1) подготовка (накопление знаний, формулировка задачи) (2, 4);
- 2) концентрация усилий (упорядоченная работа) (5);
- 3) передышка (отвлечение от задачи);
- 4) озарение (3);
- 5) доведение работы до конца (5–9).

Дьёрдь Поя (1887–1985) венгерский, швейцарский и американский математик, популяризатор науки

(URL:

<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%B9%D0%B0,%D0%94%D1%8C%D1%91%D1%80%D0%B4%D1%8C>

URL: <https://www.livelib.ru/book/1000450654-kak-reshat-zadachu-d-poja>):

- 1) уяснение и анализ задачи, понимание искомого (1);
- 2) организация содержания задачи в соответствии с искомым (2);
- 3) нахождение пути, идеи решения (анализ) (3);
- 4) составление плана (3);
- 5) осуществление плана и реализация идеи решения (синтез) (5, 6);
- 6) проверка и оценка решения (7, 8, 9);
- 7) эвристический анализ решения (6, 9).

Ганс Селье (1907–1982) – канадский патолог и эндокринолог, впервые сформулировавший концепцию стресса как состояния организма, находящегося под угрозой нарушения равновесия (гомеостаза)

(URL:

<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%B5,%D0%93%D0%B0%D0%BD%D1%81>) (по аналогии с актом рождения ребенка):

- 1) любовь или, по крайней мере, желание (1);
- 2) оплодотворение (сбор информации) (4);
- 3) созревание (в подсознании) (3);
- 4) родовые схватки (3);
- 5) рождение (3);
- 6) обследование (5, 6, 7, 9);
- 7) жизнь (8).

Б. М. Кедров (1903–1985) – советский философ и логик, химик, историк и методолог науки

(URL:

<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B5%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%B2,%D0%91%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D1%84%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%B9,%D0%9C%D0%B8%D1%85%D0%B0%D0%B9%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87>):

- 1) подготовка (эволюционно) (1, 2);
- 2) рождение новой идеи (быстро) (3);
- 3) разработка и совершенствование (длительно) (4–9).

П. К. Энгельмейер (1855–1942) – российский инженер, популяризатор технической мысли, философ техники

(URL:

[https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BD%D0%B3%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BC%D0%B5%D0%B9%D0%B5%D1%80,%D0%9F%D1%91%D1%82%D1%80%D0%9A%D0%BB%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%8C%D0%B5%D0%B2%D0%B8%D1%87\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BD%D0%B3%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BC%D0%B5%D0%B9%D0%B5%D1%80,%D0%9F%D1%91%D1%82%D1%80%D0%9A%D0%BB%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%8C%D0%B5%D0%B2%D0%B8%D1%87)).

Так называемый «трехакт»:

- 1) зарождение идеи (1);
- 2) разработка плана ее осуществления (3);
- 3) осуществление (4–8).

П. М. Якобсон (1902–1979) – советский ученый, психолог и педагог, специалист в области психологии технического мышления и творчества, чувств и эмоций

(URL:

[https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D0%BA%D0%BE%D0%B1%D1%81%D0%BE%D0%BD,%D0%9F%D0%B0%D0%B2%D0%B5%D0%BB%D0%9C%D0%B0%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D0%BA%D0%BE%D0%B1%D1%81%D0%BE%D0%BD,%D0%9F%D0%B0%D0%B2%D0%B5%D0%BB%D0%9C%D0%B0%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87)):

- 1) период интеллектуальной готовности;
- 2) усмотрение проблемы (1);
- 3) зарождение идеи – формулировка задачи (2);
- 4) поиск решения (3);
- 5) получение принципа изобретения (3);
- 6) превращение принципа в схему (4, 5);
- 7) техническое оформление и развертывание изобретения (7, 9).

Обобщают перечисленные подходы:

А. Майданов

- 1) возникновение потребности (1);
- 2) подготовительный этап (2);
- 3) поисковый этап (получение идеи решения) (3);
- 4) верификационный этап (6, 7, 9);
- 5) этап логической реконструкции порождающей структуры;
- 6) этап развития полученного результата (9, 1);
- 7) композиционный результат (всё прежнее синтезировано) (6);
- 8) методический и эвристический анализ творческого процесса (9).

Международный авторский коллектив под руководством **С. Р. Микулинского**:

- 1) стадия готовности;
- 2) стадия обнаружения проблемы (1);
- 3) стадия обсуждения и решения задач (2–5);
- 4) стадия реализации конкретного плана деятельности (5–6);
- 5) стадия обеспечения социальной значимости результата (7–8).

Весьма глубокие и разветвленные подходы разработаны Г. С. Альтшуллером (Альтшуллер, 1973), А. И. Половинкиным и их сотрудниками и последователями.

Как мы видели в главе 1, аналогичные структуры выделены и в учебно-исследовательской деятельности:

И. А. Зимняя (Зимняя, 2001):

- а) постановка проблемы (1);
- б) вычленение объекта исследования (2);

- в) проведение эксперимента (4, 5);
- г) описание и объяснение фактов, полученных в эксперименте (7, 8);
- д) создание гипотезы (теории) (6);
- е) предсказание и проверка полученного знания (3, 9).

О. Л. Кекух

(URL: <https://nsportal.ru/shkola/rodnoy-yazyk-i-literatura/library/2012/10/31/organizatsiya-tvorcheskoy-issledovatel'skoy>):

- а) постановка проблемы (1),
- б) изучение теории, посвященной данной проблематике (4),
- в) подбор методик исследования и практическое овладение ими (4),
- г) сбор собственного материала (5),
- д) его анализ и обобщение (6),
- е) научный комментарий (7, 8),
- ж) собственные выводы (6, 9).

И. В. Ерошкина (Ерошкина, 2012):

организационные действия:

- а) определение целей и задач исследования (1);
- б) выбор объекта и предметов исследования (1, 2);
- в) подбор методов исследования (4);
- г) планирование исследования (3);
- д) подбор оборудования (3);
- е) определение условий для проведения исследования (3);

операционные действия:

- ж) формулировка гипотезы (3);
- з) проведение теоретического анализа и эксперимента в различных условиях (4, 5);
- и) запись и обработка полученных результатов (5, 6);

контрольно-оценочные действия:

- к) проверка правильности выдвинутой гипотезы (9);
- л) проверка эффективности подобранных методов (9);
- м) оценка своей деятельности по получению результата (9);
- н) определение условий, в которых наиболее эффективен данный результат (9).

Обобщая перечисленные выше соображения, можно обобщить их в виде следующих **девяяти основных функций исследовательской деятельности:**

- 1) поиск тематики,
- 2) постановка (осознание) темы исследования,
- 3) формирование ключевой идеи (плана) решения,
- 4) выбор, освоение и реализация необходимого обеспечения,
- 5) реализация отдельных элементов исследования (элементов плана решения),
- 6) синтез решения (собственно исследование),
- 7) оформление решения,
- 8) ввод в научный обиход, защита и сопровождение решения,
- 9) внутренний критический анализ решения.

Они позволяют:

- максимально полно отразить содержание исследовательской деятельности,
- дифференцировать ее на максимальное количество отдельных функций для большей детальности последующего моделирования,
- обеспечить при этом внутреннюю цельность и автономность отдельных функций.

Полнота предложенного набора функций подтверждается тем, что он покрывает все перечисленные выше подходы. Для проверки этого в круглых скобках рядом с каждой компонентой упомянутых подходов проставлен номер соответствующей функции из предложенного нами набора. Видно, что за исключением стадии интеллектуальной готовности, выделенной в нескольких моделях, все они оказываются полностью покрытыми. Эту стадию можно не включать в рассмотрение, т. к. она фактически перекрывается понятием мотивации, которое будет введено далее.

3.2. Уровни исследовательской деятельности

Все перечисленные выше структуризации выделяют функции исследовательской деятельности безотносительно к тому, на каком содержательном уровне (фигурально говоря, академика или аспиранта) она протекает. Между тем, в зависимости от уровня, эти функции наполняются различным содержанием и требуют, соответственно, различной научной квалификации. Чтобы отразить этот факт, можно описывать творческую деятельность в сфере науки и техники как протекающую в двух измерениях: **уровней** научно-технического творчества и **функций** исследовательской деятельности. Основываясь на принятой в России классификации ученых степеней, отражающей реальные качественные отличия уровней научно-технического творчества, можно выделить **четыре уровня научной деятельности**:

- 1) *начальный (научный сотрудник),*
- 2) *задач (кандидат наук),*
- 3) *проблем (доктор наук),*
- 4) *направлений (член Академии наук).*

Упрощенно говоря, если научные результаты исследователя использованы (со ссылкой на него) его научным руководителем в своей статье, опубликованной в центральном научном журнале, значит, исследователь работает на начальном научном уровне. Если исследователь самостоятельно опубликовал в журнале статью со своими результатами, значит, он перешел на уровень задач. Опубликованная научная монография свидетельствует о том, что ее автор работает на уровне проблем, а если на монографии ученого ссылаются другие ученые, значит, он перешел на уровень направлений.

В настоящее время в России около 29 % исследователей имеют учёную степень. Каждый пятый из них (21,6 %) – кандидат наук, 7,1 % – доктора наук. Средний возраст докторов наук в России 64 года, кандидатов наук – 51, учёных без степени – 43. Среди исследователей 61 % мужчин, в том числе 58 % кандидатов и 73 % докторов наук ([URL: https://issek.hse.ru/news/442044357.html](https://issek.hse.ru/news/442044357.html)).

В монографии Е. П. Ильина (Ильин, 2011) приводятся классификация Л. А. Китаев-Смык, которую можно рассматривать как не противоречащую приведенному определению уровней исследовательской деятельности. В ней вводятся три уровня творчества: компилятивном, проективном и инсайтно-креативном.

Компилятивный уровень связан с собиранием, классификацией, рубрикацией, ранжированием уже известных разрозненных знаний и фактов.

Проективный уровень имеет место, когда создаются обобщенные новые суждения на основании собранных знаний.

Инсайтно-креативный уровень связан с озарением, когда творец неожиданно постигает что-то новое, неожиданное для него («побочный продукт» интеллектуального напряжения, по Я. А. Пономареву).

Первый уровень этой схемы, в основном, соответствует начальному уровню исследовательской деятельности, а второй и третий уровни являются не уровнями схемы, а вариантами реализации функции формирования ключевой идеи.

Не следует думать, что рассмотрение высших уровней творчества бесполезно при рассмотрении развития исследовательских компетенций в вузе и даже в школе. Во-первых, история науки дает нам, правда немногочисленные, примеры, когда в этом возрасте уже реша-

лись задачи высокого творческого уровня, а во-вторых, опыт и моделирование показывают, что знакомство одаренной молодежи в научно-популярном плане с крупными научными проблемами и направлениями является составной частью ее развития.

С учетом сказанного, квалификация исследователя определяется в данном исследовании тем, какими функциями исследовательской деятельности ($i = 1, \dots, 9$) и на каких уровнях ($j = 1, \dots, 4$) он владеет, т. е. $4 \times 9 = 36$ различными **элементами научной деятельности** (i,j). Таким образом, под элементом научной деятельности будем понимать одну из перечисленных функций, реализуемых на одном из перечисленных уровней (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Структура научных способностей и возраст их развития при одной из стратегий, лет

Уровни	Функции								
	Поиск тематики	Постановка темы исследования	Формирование ключевой идеи решения	Выбор, освоение и реализация обеспечения	Реализация элементов плана решения	Синтез решения	Оформление результатов работы	Ввод в научный обиход, защита, сопровождение	Внутренний критический анализ
Направлений	40,5	36	40,5	40,5	36	36	36	36	
Проблем	25	32	36	32	30	30	32	30	
Задач	21	25	26,5	22,5	22,5	25	25	22,5	
Фрагментов	17,5	17,5	22,5	17,5	16	17,5	21	21	30

С таких позиций научная квалификация ученого характеризуется уровнем, на котором он владеет различными элементами научной деятельности. Если принять за единицу наивысший уровень, то научную квалификацию можно характеризовать 36 числами X_{ij} , значения которых заключены между нулем (полное отсутствие квалификации в данном элементе (i,j) научной деятельности) и единицей (полное владение данным элементом деятельности). Наряду с такой подробной характеристикой удобно иметь и некоторую сводную числовую характеристику X научной квалификации. Ее можно построить, если суммировать квалификации на отдельных элементах научной деятельности с весовыми коэффициентами c_{ij} , отражающими сравнительную значимость этих элементов. Подобные коэффициенты могут быть установлены экспертным путем.

$$X = \sum_{\substack{i=1, \dots, 9 \\ j=1, \dots, 4}} c_{ij} x_{ij}.$$

Если нормировать коэффициенты c_{ij} таким образом, что их сумма будет равна величине 4, то значению научной квалификации X можно придать понятный смысл: оно в среднем характеризует тот уровень научно-технической деятельности, которому по своей текущей квалификации соответствует развивающийся ученый, т. е. по сложившейся в России шкале ученых степеней значения X от 1 до 2 соответствуют квалификации кандидата наук, от 2 до 3 – доктора наук, свыше трех – академическому уровню.

3.3. Мотивация к исследовательской деятельности

Движущей силой и важнейшей характеристикой исследовательской деятельности является **мотивация**, под которой в общем плане понимается совокупность факторов, определяющих поведение человека. Применительно к предмету нашего обсуждения это многоаспектное понятие отражает увлеченность научной деятельностью, стремление добиться научных результатов, необходимые для этого активность, инициативность, настойчивость.

«В ходе изучения прогностической ценности тестов интеллекта выяснилась вечная истина. Начиная с коэффициента интеллекта 110–120, т. е. при отсутствии выраженных дефектов в наборе основных способностей индивида, последующая «отдача», в форме любых достижений, не очень коррелирует с дальнейшим возрастанием коэффициента интеллекта, а на первый план выступает характеристическая особенность – способность к все более и более полному увлечению своим делом, не столь уж редкая, беззаветная, абсолютная, дальше заставляющая фанатически-концентрированно, неотступно, заниматься избранным делом, будь то конструирование аппарата, прибора, усовершенствование существующего, какое-то новшество, какая-то проблема, поэма, скульптура, картина, литературное или музыкальное произведение» (Гальперин, Котик, 1982, с. 80–84).

Сошлемся на мнение авторитетов, снова следуя монографии Е. П. Ильина (Ильин, 2011). Цифры в круглых скобках поясним позднее.

«Как писал Г. Гутман, для понимания творческой деятельности необходимо принимать во внимание не только мыслительные процессы, но и динамические силы, приводящие эти процессы в действие для производства чего-то нового. А Сантьяго Рамон-и-Кахаль полагал, что исследователя отличают от других людей не особые интеллектуальные способности, а его мотивация, объединяющая две страсти: любовь к истине (1) и жажду славы (3).

В отношении того, что побуждает человека к творческой деятельности, имеются разные точки зрения. Сократ первым указал на то, что поэты создают свои произведения не благодаря стараниям или искусству, но следуя некоторому природному инстинкту (1).

Французский ученый М. Рорбах основываясь на самонаблюдении, тоже считает, что мотивация к творчеству самовозникает (1) и саморазвивается (9).

Мотивом творческой деятельности может быть «удовольствие, доставляемое работой мысли», как писал Ч. Дарвин. «Восстанавливая в памяти... черты моего характера в школьные годы, я нахожу, что единственными моими качествами, которые уже в то время подавали надежду на что-либо хорошее в будущем, были сильно выраженные и разнообразные вкусы, большое усердие в осуществлении того, что интересовало меня, и острое чувство удовольствия, которое я испытывал, когда мне становились понятными какие-либо сложные вопросы или предметы» (2). Он признавался, что помимо любви к естествознанию были и другие причины его научной деятельности: «На помощь этой чистой любви приходило, однако, мое честолюбивое желание снискать уважение моих товарищей-натуралистов» (1, 3), «Успех первого моего литературного труда до сих пор доставляет моему тщеславию большое удовольствие» (1) (URL: https://www.otrezal.ru/about_science/1656.html).

Мотивацию применительно к исследовательской деятельности можно понимать и как исследовательскую активность, исследовательское поведение, любознательность, особенно у детей (Поддьяков, 2001).

В качестве важного способа управления мотивацией отмечается смена направления творческой деятельности. (2). Она происходит у выдающихся деятелей довольно часто и, вероятно, является одним из факторов сохранения мотивации и творческой активности до самой старости. Наиболее свойственно это для деятелей науки, которые на протяжении своей карьеры могут многократно переходить от изучения одной темы к изучению другой.

Переходя к обобщению, мы видим, что на мотивацию влияют четыре основных группы факторов:

- 1) чувство предназначения;
- 2) вид деятельности;

3) стимулирование;

4) утомление.

Цифры, стоящие в круглых скобках в предыдущей части описания мотивации, показывают, к какой из этих групп относится то или иное высказывание. Рассмотрим эти факторы более подробно.

Изменяясь с течением времени, уровень мотивации является величиной инерционной. Трудно представить себе благополучно развивающегося человека, который в нормальных условиях в течение суток полностью разуверился бы в перспективности избранной научной карьеры и прервал свои занятия или, наоборот, внезапно «запоем ушел в науку». Поэтому, рассматривая факторы, определяющие уровень мотивации, следует говорить об их влиянии не на него непосредственно, а на скорость его изменения (аналогично тому, как силы, изменяющие положение тела, влияют не на его положение непосредственно, а на скорость изменения скорости его изменения, т. е. на ускорение).

Факторы предназначения отражают внутреннюю устремленность личности, ее уверенность в своем призвании как ученого. Если обратиться к работам К. Юнга, посвященным проблемам воспитания, становления и развития личности, значению бессознательного в этом процессе, то он рассматривает предназначение как некий иррациональный фактор, который действует как божественный закон, от которого невозможно уклониться. Мы особенно обращаем внимание на то, что он считает предназначение прерогативой не только великих людей, но и обычных. Разница состоит лишь в том, что вместе с убыванием масштаба личности предназначение становится все более туманным и бессознательным. Хотя предназначение – врожденный феномен, оно оказывает на мотивацию значительно большее воздействие, будучи осознанным личностью. Здесь опять же хочется обратиться к работам К. Юнга, который сравнивает процесс формирования сознания у ребенка с островом, рождающимся из бессознательного, как из глубин моря. Задачу школы Юнг видит в способности отделить юного человека от бессознательного тождества со своей семьей и сделать его самосознательной личностью. Без этого самопознания он никогда не узнает, чего действительно хочет, и будет только подражать, чувствуя себя непризнанным, подавленным. Для целей данной работы следует отметить, что, будучи осознанными, факторы предназначения уже остаются стабильными в процессе развития личности (исключая, конечно, возможные кризисные моменты).

Влияние стимулирования, особенно материального и морального со стороны авторитетной личности или органа, на мотивацию очевидно. С этой точки зрения характерна «пирамида Маслоу» (Макклеланд, 2007). Лишь на уровне процветания одаренный ребенок может почти всю свою энергию отдавать творческим, продуктивным занятиям. Выявление того, к какому уровню относится ребенок, позволяет целенаправленно строить работу с ним. Так, исследования показали (Покрасс, 1997), что значительную часть одаренной молодежи в Самаре можно отнести ко второму – третьему уровню. Это связано не только с материальным положением семей, но и с целым рядом таких факторов, как осмысление бытия, акцентуация личности, психологический возраст, по М. Л. Покрассу, адаптация в семье и социуме, зависимость от учителей и неформальных группировок.

Целенаправленное стимулирование в различных формах совместно с социоадаптационной работой позволяет повысить уровень функционирования одаренной молодежи. При этом общество не в состоянии обеспечить его для всех равномерно и повышает величину стимулирования, как правило, в зависимости от достигнутых успехов, что, в свою очередь, ускоряет развитие способностей. Обеспечение такого стимулирования – важнейшая функция развивающей образовательной среды.

В то же время источником повышения мотивации является и внутреннее стимулирование – удовольствие, испытываемое исследователем от самого факта получения результата деятельности (Поддьяков, 2001).

Существенное влияние на мотивацию оказывают факторы вида научной деятельности. Чаще всего поиск проблемы для исследования вызывает у ученого всплеск положительных эмоций: открываются широкие горизонты, кажется возможным добиться выдающихся ре-

зультатов. Как следствие, повышается его интерес и, соответственно, мотивация. Чувство это бывает настолько сильным, что иногда человек «застревает» на этом элементе научной деятельности и превращается в поверхностного прожектора. Всю жизнь он с огромным увлечением ставит глобальные проблемы, переходя от одной к другой без всякого продвижения вглубь, и находится в полной уверенности, что это злопыхатели не дают ему осчастливить человечество. Важно отметить, что мотивация его колоссальна. С другой стороны, оформление результатов, написание статей, отражение атак добросовестных и недобросовестных оппонентов зачастую настолько утомляют и отпугивают начинающих исследователей, что у них пропадает интерес к научной работе, т. е. уровень мотивации падает до нуля. При выработке стратегии развития научных способностей очень важно так направить содержание деятельности, чтобы обеспечить поддержание оптимального уровня мотивации.

Наконец, феномен утомления заключается в том, что при высоком уровне мотивации скорость ее возрастания автоматически уменьшается – этим организм предохраняет себя от нервного срыва. Ясно, что его величина должна оставлять человеку время, необходимое для удовлетворения физиологических и социальных потребностей. Соответственно, для школьников и студентов этот уровень не может превышать в среднем 3–4 часов ежедневно или 80–100 часов в месяц, с учетом того, что их обычная учебная деятельность не включается в рассматриваемые нами занятия научными исследованиями. По окончании вуза, если производственная деятельность соответствует научным интересам личности, уровень ее мотивации может возрасти до 10–12 часов в день или 300–350 часов в месяц. Наконец, в достаточно пожилом возрасте болезни и старческая слабость неизбежно снижают уровень мотивации, хотя ученый может успешно и увлеченно творить до последних минут жизни.

3.4. Другие существенные психологические свойства личности исследователя

Укажем также на другие свойства личности, имеющие существенное значение для успеха творческой деятельности:

1) *профессиональный тип личности* – предложены различные классификации типов личности (URL: <https://dialogue-irk.ru/online-services/professionalnyi-tip-lichnosti-opisanie-metody-opredeleniya-tvoya/>), мы предпочитаем классификацию Е. А. Климова (URL: https://schelcol.ru/svedens/documents/abitur_proforientatsiya.pdf);

2) *чувство предназначения*

(URL: <https://www.psychologos.ru/articles/view/prednaznachenie>);

3) *способность к критической самооценке;*

4) *коммуникативные способности;*

5) *организаторские способности;*

6) *презентационные способности;*

7) *сверхнормативная активность*

(URL: https://studopedia.su/13_66107_aktivnost-lichnosti.html);

8) *неутомляемость + стрессоустойчивость*

(URL:

<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B5%D1%81%D1%81%D0%BE%D1%83%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%B9%D1%87%D0%B8%D0%B2%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C>).

Выше мы упоминали некоторые из них в связи с обсуждением их влияния на ход исследовательской деятельности. Полезно оценить возможность и пути их развития, коррекции или компенсации вне рамок исследовательской деятельности. Такая возможность может оказаться дополнительным резервом в становлении исследователя. В рамках нашего учебного курса мы этот материал не рассматриваем.

3.5. Интеллект и креативность

Без сомнения, интеллект, креативность, эрудиция и кругозор являются неотъемлемыми предпосылками и составляющими исследовательской деятельности.

Хотя понятиям интеллекта и креативности посвящены обширные психологические исследования, однако до сих пор достаточно строгого определения их содержания не выработано. С обыденной точки зрения, **интеллект** – это ум, а креативность – смекалка, воображение. Различные исследователи лишь комментируют и несколько уточняют это обыденное понимание. Например, с различных интерпретаций, интеллект – это:

- глобальная способность разумно действовать, рационально мыслить и хорошо справляться с жизненными обстоятельствами;
- совокупность семи умственных потенций: счетной способности, вербальной (словесной) гибкости, вербального восприятия, пространственной ориентации, памяти, способности к рассуждению, быстроты восприятия сходств и различий;
- способность человека к пониманию и приспособлению к новым ситуациям.

Существует ряд общепринятых тестов измерения интеллекта. Поскольку размыто само понятие интеллекта, то и ценность этих тестов достаточно условна. Тем не менее они носят общепринятый характер и их результатами с осторожностью можно пользоваться. Примером подобных тестов является тест Айзенка, в котором необходимо за ограниченное время (30 минут) ответить на максимальное количество вопросов. В зависимости от числа правильных ответов рассчитывается так называемый коэффициент интеллекта IQ. Его стандартное среднее значение равно 100, среднее значение IQ у студентов вузов равно 125 (рисунок 3.1). Полагают, что об интеллектуальной одаренности можно говорить при коэффициенте интеллекта, превышающем 125.

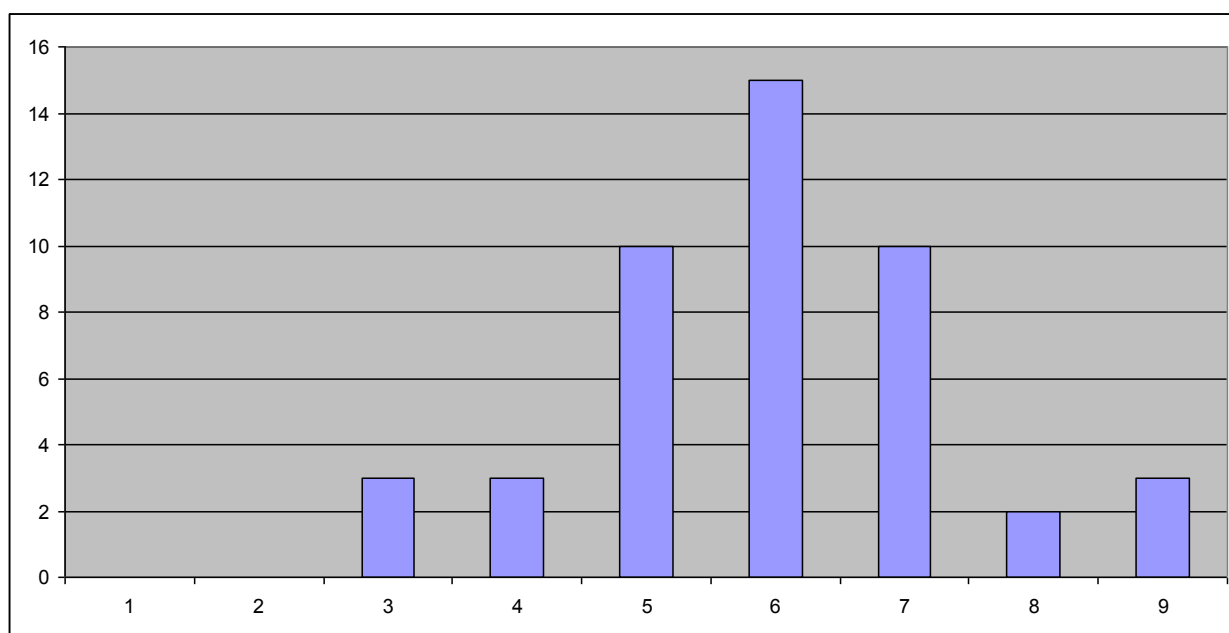


Рисунок 3.1 – Распределение коэффициента IQ студентов факультета информационных систем и технологий СГАСУ

Исследования показывают, что этот и подобные ему тесты дают стабильный результат в промежутке от 15 до 40–50 лет, т. е. в этом промежутке определяемый ими интеллект практически не меняется (рисунок 3.2).

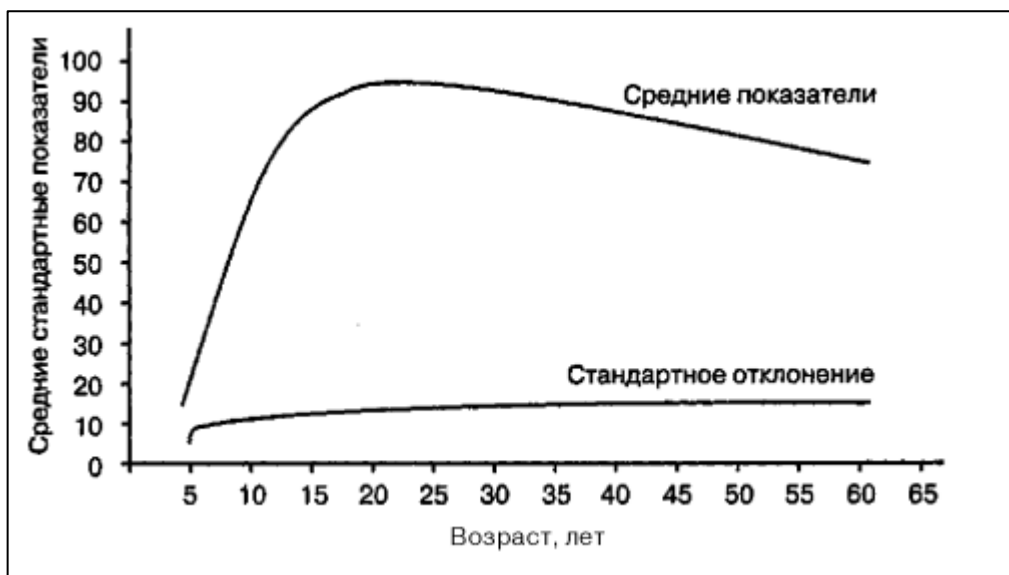


Рисунок 3.2 – Изменение интеллекта и креативности с возрастом (по Годфруа)

Отсюда прежде всего ясно, что в таком понимании интеллект – это не знания, не опыт, а внутренне присущие личности возможности. Знания же и опыт, приобретаемые в процессе жизнедеятельности, находят отражение в понятии квалификации. Учитывая возникающее при этом несоответствие с обыденным пониманием интеллекта, Кеттел предложил, например, рассматривать пластичный (врожденный и в среднем возрасте стабильный) и сформированный интеллект, Хебб – соответственно интеллекты А и В. Мы же предпочитаем включать сформированную составляющую интеллекта в понятие квалификации.

А как изменяется интеллект за пределами стабильного промежутка? В детском возрасте он стремительно развивается, достигая к 8 годам половины, а к 12 годам – трех четвертей взрослого интеллекта. К 15 годам он уже полностью сформирован. С возрастом интеллект начинает медленно, а затем все быстрее снижаться, причем более мощный интеллект убывает медленнее.

Другим компонентом является **креативность**. Это понятие характеризует способность находить неожиданные, оригинальные решения проблем, то, что называют творческим, дивергентным мышлением. Творческое мышление пластично, т. е. позволяет предложить не одно-два, а множество решений проблемы. Оно подвижно, т. е. легко переходит от одного аспекта проблемы к другому, выходит за рамки привычных взглядов.

Креативность исследована психологами значительно меньше, чем интеллект. Для ее измерения предложен ряд тестов. Одним из наиболее распространенных является тест Торренса. Испытуемому предлагается дополнить рисунок, состоящий, например, из двух параллельных линий, до законченного сюжета, используя при этом минимальные дополнения. По количеству таких сюжетов и их оригинальности судят о степени креативности испытуемого (рисунок 3.3).

Разработан также компьютерный тест на креативность, основанный на аналогичном подходе. Испытуемому предъявляется перечень, содержащий 132 слова, и некоторое ведущее слово, к которому он должен подобрать максимальное количество связанных с ним по ассоциации слов из перечня, например «дождь – зонтик», «дождь – снег». Компьютер проверяет вводимые пользователем ассоциации. В нем хранится перечень неоригинальных ассоциаций, и, если пользователь указывает подобную ассоциацию, она засчитывается с весовым коэффициентом, равным 1. Если же указана пара слов, не входящая в перечень, компьютер просит пользователя ввести краткое пояснение. Протокол теста запоминается и затем с ним работает психолог, который оценивает соответствующими весовыми коэффициентами предложенные испытуемым нестандартные ассоциации. В итоге компьютер подсчитывает комплексный балл, характеризующий креативность испытуемого.

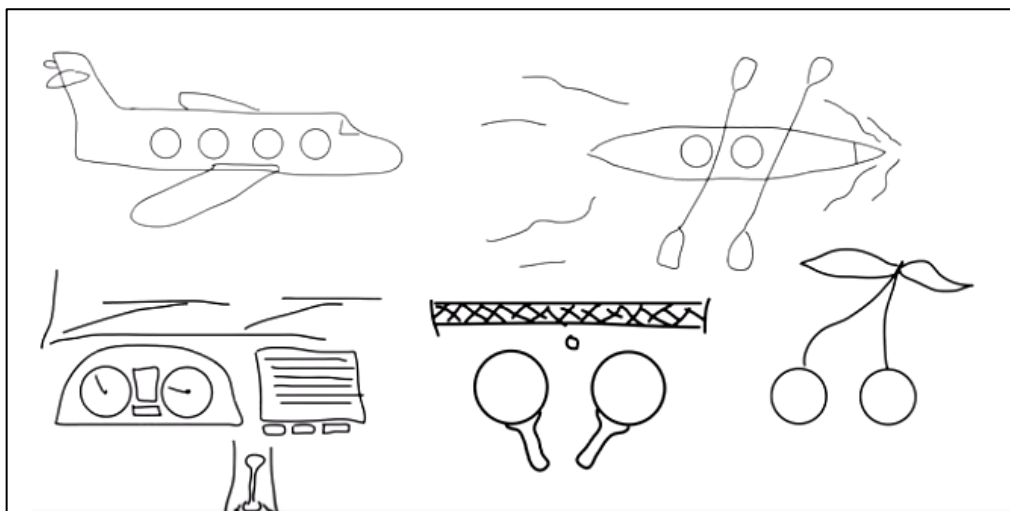


Рисунок 3.3 – Варианты дополнения рисунка (по Годфруа)

Оценка креативности может быть произведена с помощью теста креативности Гилфорда. Тест состоит в том, что испытуемому предлагается случайное слово, к которому за ограниченное время он должен придумать как можно больше связанных с ним определений. Общая оценка креативности рассчитывается на основе трех составляющих: беглости, гибкости и оригинальности.

Беглость – этот фактор характеризует беглость творческого мышления и определяется общим числом перечисленных определений. Психологи утверждают, что тестируемые, имеющие высокий балл беглости – способны генерировать большое количество новых идей (в данном тесте – большое количество уникальных определений).

Гибкость – оценивает разнообразие идей и стратегий, способность переходить от одного аспекта к другому. По утверждению психологов, если испытуемый имеет низкий показатель гибкости, то это свидетельствует о ригидности его мышления, низком уровне информированности, ограниченности интеллектуального потенциала и (или) низкой мотивации. Гибкость творческого мышления определяется числом категорий, в которые попали ответы тестируемого (например, определения «красная», «синяя», «зелёная» – относятся к категории цвет, а определения «старая», «новая», «современная» – к категории «Время издания»).

Оригинальность – характеризует оригинальность, своеобразие творческого мышления, необычность подхода к проблеме, характеризует способность выдвигать идеи, отличающиеся от очевидных, общеизвестных, общепринятых, банальных или твердо установленных (тот, кто получает высокие значения этого показателя, обычно характеризуются высокой интеллектуальной активностью и некомфортностью, утверждают психологи). Оригинальность решений предполагает способность избегать легких, очевидных и неинтересных ответов. Она определяется числом редко приводимых определений.

Нам неизвестны надежные данные о том, как изменяется с возрастом подобным образом измеренная креативность. Существует целый ряд подходов, например, Г. С. Альтшуллера (Альтшуллер, 1973, 1991), направленных на выработку у человека приемов, повышающих его изобретательность при решении творческих задач, однако мы будем уподоблять эти эффекты опыту при оценке интеллекта, т. е. относить их к квалификации человека. С учетом этого можно полагать, что креативность будет изменяться с возрастом подобно интеллекту, т. е. после становления в детском возрасте она длительный период будет оставаться практически стабильной, а затем постепенно начнет снижаться.

3.5. Эрудиция, кругозор и социализация исследователя

Мы полагаем, что в рамках исследовательской деятельности **эрудиция** – это глубокие и всесторонние познания в какой-либо области или нескольких востребованных для исследователя областях, которые возникли в результате изучения и осмысления разных литературных и других источников. **Кругозор** – это круг интересов и поверхностных знаний исследователя. Конечно, существенными при этом являются глубина эрудиции и широта кругозора.

Эти качества должны находиться в гармонии с остальными составляющими исследовательской деятельности, потому что самоценное стремление к их углублению и расширению может отнимать интеллектуальные силы от других направлений деятельности, уменьшать мотивацию, создавать «информационный сумбур». С одной стороны, этот сумбур может стимулировать появление неожиданных сочетаний, плодотворных аналогий, а с другой – заменить системную целенаправленную деятельность бесплодным перебором и метанием из стороны в сторону. Никаких общих рекомендаций, по-видимому, здесь дать нельзя. Тем не менее можно стремиться создать вокруг исследователей эффективную среду, способствующую углублению эрудиции в конкретных областях (этим занимается система общего и специального образования) и расширения кругозора (это сфера дополнительного образования и научно-технического просветительства); а в какой мере воспользоваться возможностями этой среды решать уже самому исследователю.

Под **социализацией** в рамках нашего курса мы будем понимать «процесс развития социальной сущности молодого исследователя, который происходит под влиянием среды при усвоении им социального, профессионального опыта и мировоззрения» (URL: https://www.google.com/search?q=%D1%81%D0%BE%D1%86%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F&rlz=1C1GCEA_enRU819RU819&oq=%D1%81%D0%BE%D1%86%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F&aqs=chrome..69i57j0i512j46i512j0i512l7.4771j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8).

Рассмотрим возможности развития кругозора и социализации более подробно на примере региональной развивающей научно-образовательной среды.

3.5.1. Региональная система развития кругозора и социализации молодых исследователей

Для развития молодого исследователя не менее важным, чем ведение исследовательской деятельности, является расширение кругозора и социализация в той среде, в которой будет протекать его зрелая профессиональная жизнь. В первую очередь здесь идет речь о расширении тех связей, которые устанавливаются благодаря включению в работу с молодым исследователем научного консультанта – представителя вуза или другой заинтересованной организации / предприятия (в дальнейшем будем употреблять для них одно название – предприятие).

Важно, чтобы это взаимодействие протекало не только через консультирование выполняемой школьником или студентом научно-исследовательской работы, но и охватывало все более широкие стороны взаимодействия со всей сферой науки и труда.

Вообще говоря, решение проблемы раннего выбора творчески одаренной молодежью содержания своей будущей трудовой деятельности имеет ключевое значение для перспектив научно-технического и экономического развития России. Очень желательно, чтобы талантливые студенты не в момент получения диплома, а уже в период обучения в вузе осознанно сделали свой выбор, в полном объеме учитывая при этом свои личные особенности и возможности и находя наиболее благоприятные условия для их реализации (Чемезов, 2017; Барвинок, 2014; Антипов, 2020). Решение этой проблемы в различных аспектах рассматривается в широком круге работ (Пиявский, 2001–2021). В то же время еще не нашел достаточного отражения и использования тот факт, что современные информационные технологии, применяемые в сочетании с методами системного анализа, компьютерного моделирования и

принятия многокритериальных решений, психологии, науковедения, технического творчества, позволяют организовать в рамках *единой региональной инфокоммуникационной системы* длительное целенаправленное сотрудничество работодателей и вузов, направленное на постепенное осознанное вовлечение студентов в реальную трудовую деятельность на перспективных направлениях науки, техники и технологий, имеющих ключевое значение для развития региона и страны, и в то же время способствующее наиболее полной реализации талантов этой молодежи. В качестве примера рассмотрим разработки соответствующей инфокоммуникационной систем, названной системой «Студент и труд» (СиТ).

Основные элементы системы СиТ показаны на рисунке 3.4. Центральной частью изображенной на нем структуры являются три банка:

- банк сведений о предприятиях-участниках;
- банк перспективной тематики исследований;
- банк сведений о возможностях саморазвития студентов.

Эти банки наполняются (стрелки 1) заинтересованными предприятиями и теми организациями, которые организуют различные мероприятия и тренинги, направленные на развитие тех или иных полезных компетенций и личностных качеств молодежи, однако предприятия делают это не напрямую, а через научно-методический центр системы СиТ. Это требуется для того, чтобы обеспечить определенный контроль за достоверностью и качеством представляемой информации, а также ее полноту, необходимую для формирования научно-методическим центром рекомендаций, выдаваемых им по запросам студентов. Такими рекомендациями являются индекс перспективности взаимодействия студента (ИПВС) с каждым из заинтересовавших его предприятий (стрелка 4) и индивидуальный план творческого развития студента (ИПТР) (стрелка 5). Содержание этих двух ключевых для системы СиТ материалов будет раскрыто в разделе 5. Вуз стимулирует участие творчески одаренных студентов в системе СиТ (стрелка 8).

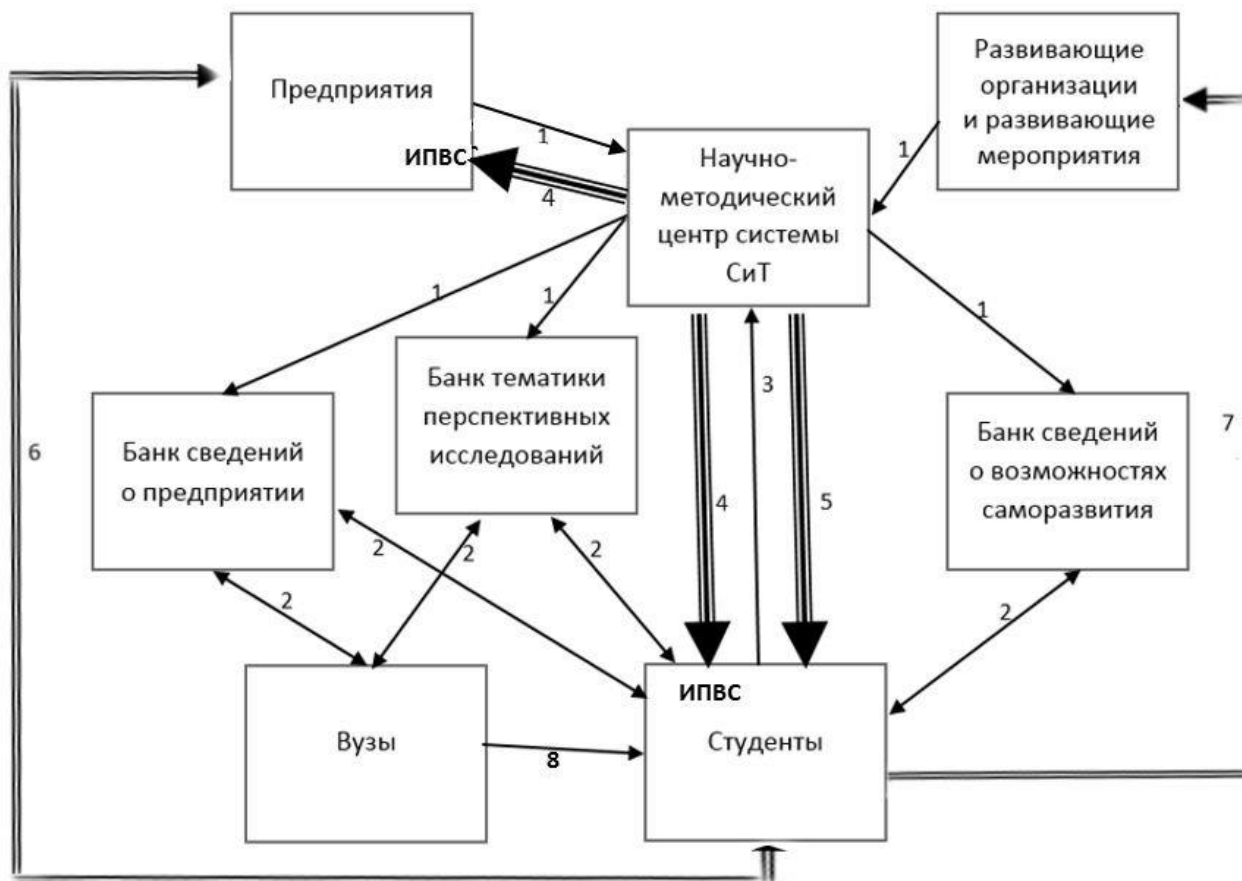


Рис. 3.4 – Структурные элементы системы СиТ

Таким образом, студент, мотивируясь и принимая решения в рамках системы СиТ, каждый раз использует для этого два канала информации:

- с одной стороны, это те первичные сведения (стрелки 2), которые содержатся в трех упомянутых банках;
- с другой стороны, это аналитическая информация (ИПВС и ИПТР), рассчитанная с учетом индивидуальных интересов и характеристик студента (стрелка 3), которую он представляет в научно-методический центр при запросе ИПВС и ИПТР.

Вся эта информация позволяет студенту как устанавливать эффективное взаимодействие с наиболее перспективным для себя предприятием (стрелка 6), так и выбирать и реализовывать наиболее эффективные формы своего личностного развития (стрелка 7), влияющие на его возрастающий ИПВС.

Важно, что предприятие, строя взаимоотношения со студентом в наиболее эффективном для себя отношении, также (с согласия студента) использует сведения о его ИПВС (стрелка 4), что придает взаимоотношениям студента и предприятия более четкий регламентированный характер (см. раздел 5).

Для того чтобы это функционировало, должна быть специальная система. Она показана на рисунке 3.5.



Рисунок 3.5 – Организационная схема региональной СиТ
(РоРСПП – региональное отделение
Российского союза промышленников и предпринимателей)

Центральной частью схемы является Банк тематики курсовых и выпускных проектов и работ, производственных практик, НИРС, наполняемый предприятиями, научными организациями и вузами и включающий актуальную для них проблематику. Согласованными в рамках НИЦ СиТ внутренними нормативными документами вузы требуют, чтобы не менее установленного и из года в год возрастающего процента всех курсовых, выпускных и т. п. работ, оцениваемых положительной оценкой, выполнялись в соответствии с тематикой из Банка тематики, причем к их минимально необходимому консультированию и последующей оценке привлекались сотрудники организаций, представившие соответствующую тематику. Остальные компоненты схемы понятны без пояснений.

Такая система создаст необходимые предпосылки для выявления и переноса и/или разработки инновационных технологий с непосредственным вовлечением в эту деятельность наиболее одаренных студентов в качестве заинтересованных сотрудника. При этом они по-

лучат возможность вступить в тесный контакт с различными предприятиями, показать себя и получить от предприятий достойные их качеств предложения по трудоустройству после окончания вуза. Кроме того, единая база тематики явится основой для переноса между предприятиями передового опыта инновационной деятельности.

На рисунке 3.6 представлена предполагаемая структура НИЦ СиТ. Организационной базой сотрудничества студентов вузов и предприятий является глубоко спланированное постепенное включение студентов, начиная с младших курсов, в непосредственную профессиональную и научную деятельность. При этом организационной оно опирается на системно организованное выполнение студентами курсовых и выпускных квалификационных работ, прохождение различного рода практик, их творческая научно-исследовательская работа в **обязательной** непосредственной связи с деятельностью предприятий и организаций Самарской области, координируемое через НИЦ СиТ.



Рисунок 3.6 – Структура регионального научно-методического центра СиТ

3.5.2. Структура и направления деятельности вузов, предприятий и научно-информационного центра

Взаимодействие студентов вузов, выполняющих исследования по предложенной предприятиями тематике, с научными консультантами от предприятий организуется с целью последовательного творческого развития и привлечения одаренных в сфере науки и техники студентов, магистрантов и аспирантов к выполнению исследований по перспективным направлениям науки и техники, представляющим значительный практический интерес для предприятий Самарской области.

Взаимодействие организуют заинтересованные предприятия и вузы Самарской области, а также межвузовская научно-методическая лаборатория цифровых образовательных технологий развития творческих способностей молодежи СФ МГПУ (далее – межвузовская лаборатория), которая осуществляет координацию и научно-методическую поддержку взаимодействия.

Заинтересованное предприятие:

- назначает координатора взаимодействия из числа своих сотрудников;
- направляет в межвузовскую лабораторию для размещения на специально организованном сайте краткую информацию о возможностях и перспективах взаимодействия наиболее одаренных студентов с предприятием, рассчитанную на привлечение к взаимодействию в различных формах студентов с первого по последний курс;

- привлекает и стимулирует наиболее компетентных сотрудников к предложению тематики студенческих исследований и индивидуальному консультированию студентов, приступивших к предложенным исследованиям;

- направляет прилагаемую тематику исследований в межвузовскую лабораторию;
- проводит ежегодный конкурс студенческих проектов, выполненных по продолженной предприятием тематике, оценивая их с использованием единой системы критериев, разработанной межвузовской лабораторией, и стимулирует победителей конкурса;

- направляет в межвузовскую лабораторию информацию об итогах конкурса;
- участвует в организации представляющих для него интерес межвузовских и межотраслевых развивающих мероприятий для студентов, взаимодействующих с предприятиями.

Заинтересованный вуз:

- назначает координатора взаимодействия из числа своих сотрудников;
- привлекает внимание наиболее одаренных студентов к возможностям, которые открывает перед ними взаимодействие с заинтересованными предприятиями при проведении научных исследований и выполнении учебных заданий (курсовых работ, проектов, выпускных квалификационных работ);

- привлекает и стимулирует преподавателей и ученых вуза, руководящих научными исследованиями наиболее одаренных студентов к руководству этими исследованиями применительно к тематике, предложенной заинтересованными предприятиями;

- направляет в межвузовскую лабораторию информацию о готовности студента и его научным руководителем пользоваться индивидуальными консультациями сотрудника предприятия при выполнении научного исследования по тематике, предложенной предприятием;

- представляет завершённое исследование, выполненное по тематике, предложенной предприятием, на проводимый предприятием ежегодный конкурс, оценивая результаты исследования с использованием единой системы критериев, разработанной межвузовской лабораторией;

- участвует в организации представляющих для него интерес межвузовских и межотраслевых развивающих мероприятий для студентов, взаимодействующих с предприятиями.

Научно-методический центр СиТ:

- координация использования предложенной предприятиями тематики в обязательной доле курсовых и выпускных проектов и работ и НИРС, претендующих на высокую оценку **(Блок К)**;

- организация производственной практики обучающихся и стажировок на предприятиях региона **(Блок К)**;

- подготовка выпускных квалификационных работ, ориентированных на реальные потребности предприятий и с учетом интересов обучающихся **(Блок К)**;

- вовлечение квалифицированных представителей работодателей в образовательный процесс **(Блок К)**;

- содействие в разработке и реализации студенческих стартапов, бизнес-проектов и других молодежных инициатив **(Блок Т)**;

- анализ реализации в регионе приоритетных и прорывных направлений и технологий **(Блок Т)**;

- содействие в организации научно-исследовательской деятельности студентов и преподавателей, направленной на актуальные проблемы работодателей **(Блок Т)**;

- создание Единого регионального реестра наиболее перспективной молодежи как основы для индивидуальной поддержки, формирования индивидуальных траекторий развития, поддержки путем предоставления материальной базы, доступа к уникальному оборудованию, льготной ипотеки и др. условий для результативной деятельности и закрепления в регионе **(Блок Т)**;

- создание системы Единой конкурсной оценки результатов деятельности молодежи и развития человеческого капитала области на этой основе как источника объективной информации, необходимой для эффективного функционирования всей системы (**Блок Т**);
- продвижение программ работодателей по привлечению молодых специалистов, обучению на производстве, построению карьеры и социальной поддержки (**Блок Т**);
- подготовка технического задания, организация разработки и внедрения электронной информационной платформы как единой региональной площадки взаимодействия организаций высшего профессионального образования и предприятий-работодателей, включая создание Банков перспективной тематики, персоналий и результатов деятельности молодежи) (**Блок И**);
- проведение анализа потребностей работодателей региона в квалифицированных специалистах и возможностей удовлетворения их образовательными организациями региона (**Блок М**);
- информирование о прогнозах изменений структуры рынка труда, появления новых профессий, формирование социального заказа на подготовку новых специалистов (**Блок М**);
- организация и проведение социологических исследований по вопросам трудоустройства молодежи (**Блок М**);
- информирование от работодателя о статистике трудоустройства молодежи, длительности работы, продвижения работника и пр. (**Блок М**);
- развивающая работа с молодежью по новым прорывным направлениям межотраслевой и междисциплинарной пропаганды (**Блок М**);
- организация и проведение профориентационной работы, проведение мероприятий, направленных на повышение престижа работы на предприятиях региона (**Блок П**);
- организация проведения мероприятий по проблемам «Эффективного поведения на рынке труда» (**Блок П**);
- вовлечение работодателей малого и среднего бизнеса в работу по привлечению и трудоустройству студентов вузов региона (**Блок П**);
- оказание услуг по кадровому консультированию, поиску и подбору квалифицированного персонала, ранней и последующей профориентации, оценке психологических характеристик, профессиональных компетенций, модели поведения работника, аттестации работника (**Блок П**).

3.5.3. Этапы функционирования системы «Студент и труд»

СиТ включает ежегодно повторяющиеся этапы:

1-й этап. Формирование предприятиями информации о заинтересованности предприятия в долгосрочном сотрудничестве с творчески одаренными студентами и перечня предлагаемой тематики студенческих исследований.

2-й этап. Представление студентами, желающими изучить возможности, связанные с сотрудничеством с предприятиями региона, информации, отражающей их интересы и индивидуальные характеристики.

3-й этап. Расчет научно-исследовательским центром системы СиТ (далее – НИЦ СиТ) для каждого входящего в эту систему студента и каждого предприятия комплексного индекса перспективности взаимодействующего студента (далее – ИПВС).

4-й этап. На основе результатов этого расчета осознанный выбор студентом предприятия, с которым он желает сотрудничать в текущий период (учебный год).

5-й этап. Организация сотрудничества студента и предприятия.

6-й этап. Модерирование НИЦ СиТ хода сотрудничества студентов с предприятиями с оказанием необходимой координационной, организационной и научно-методической поддержки.

7-й этап. Формирование НИЦ СиТ непрерывно пополняемого Банка сведений о возможностях саморазвития студента.

8-й этап. Расчет НИЦ СиТ с интерактивным участием самого студента оптимального индивидуального плана его творческого развития на ближайший год или на несколько лет, предусматривающего перечень рекомендуемых действий и мероприятий, которые, с учетом индивидуальных особенностей и возможностей студента (в том числе финансовых), обеспечивают максимально возможное повышение ИПВС.

9-й этап. Оказание НИЦ СиТ возможной поддержки студенту в реализации принятого им к осуществлению плана своего творческого развития на ближайший период.

3.5.4. Показатели текущей сформированности кругозора и социализации молодого исследователя

Показатели профессиональной активности с момента начала обучения в вузе до текущего периода:

1. **Академическая успешность** (для школьника – средний балл оценок годичной аттестации, начиная с 8-го класса по текущий период; для студентов 1-го курса средний балл ЕГЭ, для других студентов – средний балл экзаменационных оценок, начиная с первого семестра по текущий период).

2. **Количество международных сертификатов**: количество полученных международных сертификатов авторитетных форм повышения квалификации, стажировок по новым технологиям с объемом учебной программы не менее 20 часов каждая.

3. **Количество форм дополнительного образования**: количество пройденных форм переподготовки, повышения квалификации, овладения новыми компетенциями с объемом учебной программы не менее 20 часов каждая.

4. **Количество статей в РИНЦ**: количество опубликованных статей; в научных и технических изданиях; в изданиях, рецензируемых в РИНЦ.

5. **Количество статей из Перечня ВАК**: количество опубликованных статей в изданиях из Перечня ВАК.

6. **Количество статей в Scopus, Web of Science**: количество опубликованных статей в изданиях Scopus, Web of Science.

7. **Количество докладов на отечественных мероприятиях**: количество докладов на региональных, отраслевых, всероссийских конференциях, на выставках, ярмарках, смотрах.

8. **Количество наград на отечественных мероприятиях**: количество полученных дипломов победителя за первое – третье места на этих мероприятиях.

9. **Количество докладов на международных мероприятиях**: количество докладов на конференциях, на выставках, ярмарках, смотрах, проводимых за пределами России.

10. **Количество наград на международных мероприятиях**: количество полученных дипломов победителя за первое – третье места на конференциях, на выставках, ярмарках, смотрах, проводимых за пределами России.

11. **Количество авторских свидетельств, патентов**.

12. **Трудовая деятельность по профилю**: трудовая деятельность, проводимая параллельно с учебой на предприятиях избранной сферы науки, техники, экономики, количество месяцев.

13. **Трудовая деятельность не по профилю**: трудовая деятельность на предприятиях, не относящаяся к избранной сфере науки, техники, экономики, количество месяцев.

14. **Лидерские качества**: количество дипломов, свидетельств о лидерских позициях в предыдущей культурной, просветительской, общественной, волонтерской и т. п. деятельности за последние четыре года.

15. **Организационные качества**: количество малых коллективов, организатором или лидером которых состоял с описанием собственной роли в коллективной составляющей деятельности.

3.5.5. Индекс перспективности взаимодействия студента с предприятием

Как указано в предыдущем разделе, основами мотивирующими документами в организации взаимодействия студента и предприятия являются индекс перспективности взаимодействия студента с предприятием (ИПВС) и протокол о сотрудничестве студента с предприятием (ПСП).

ИПВС рассчитывается студенту по его обращению научно-методическим центром СиТ для ряда указанных студентом предприятий. При этом используется информация, представленная студентом и предприятием. Кроме того, студент сообщает некоторые дополнительные сведения, достаточные для того, чтобы рассчитать составляющие ИПВС. После этой операции ИПВС рассчитывается как сумма произведений нормированных значений десяти показателей на их коэффициенты относительной важности.

Предприятие заключает с заинтересованным в сотрудничестве студентом договор о намерениях, в котором предусмотрены меры поддержки и стимулирования студента со стороны предприятия в зависимости как от измеряемых в ИПВС результатов его деятельности, в которых заинтересовано предприятие, и возрастания его профессиональной и творческой квалификации. Примерное содержание договора приведено в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Предоставляемые студенту предприятием возможности в зависимости от его ИПВС

Период	Предоставляемые студенту возможности на примере студента, начавшего в процессе учебы работу над исследовательским проектом по тематике, представляющей интерес для предприятия	Условия предоставления в зависимости от ИПВС
В первый год взаимодействия с предприятием	1. Индивидуальная экскурсия на предприятие	
	2. Оперативные консультации студента и его научного руководителя по тематике работы	
	3. Предоставление реальных или условно реальных исходных данных для разработки и тестирования проекта	ИПВС не менее 0,2
	4. Предоставление материальной базы предприятия, расходных материалов и создание других необходимых условий для мероприятий по проекту (экспериментов и т. п.)	ИПВС не менее 0,3
	5. Материальное поощрение размером 5000 рублей в случае победы завершеного проекта в проводимом предприятием в конце учебного года конкурсе студенческих проектов	
	6. Содействие в представлении проекта-победителя на региональные, российские и международные выставки и пр.	ИПВС не менее 0,3
В последующие годы до завершения бакалавриата при успешном взаимодействии с предприятием	В дополнение к вышеперечисленным возможностям:	
	7. Материальная поддержка его ежегодной научно-производственной стажировки по теме выполняемого проекта в одной из иногородних ведущих научных или научно-производственных организаций России (недельной продолжительностью)	ИПВС не менее 0,6
	8. Прием на часть ставки на оплачиваемую работу в трех различных подразделениях предприятия (не менее чем на 3–4 месяца в каждом) с целью его дальнейшей профориентации на предприятии	ИПВС не менее 0,6

При успешном завершении бакалавриата и поступлении на предприятие с обязательством работать на нем не менее двух или трех лет	9. Установление персональной надбавки к обычному уровню оплаты труда на соответствующей должности в зависимости от творческого рейтинга студента	Величина надбавки равна 100 %, умноженным на ИПВС
	10. Уменьшение на один час длительности рабочего дня с целью поддержки обучения в магистратуре	ИПВС не менее 0,8
	11. Направление ежегодно не менее чем на одну стажировку в ведущие научные или научно-производственные организации России и зарубежья (не менее чем недельной продолжительностью)	ИПВС не менее 0,95
	12. Оплата не менее двух публикаций (в соавторстве с научным и производственным руководителями) ежегодно в журналах, рецензируемых в Scopus и WoS	ИПВС не менее 0,95

3.9. Самостоятельная работа «Выяснение некоторых своих психологических характеристик»

Пройти тесты Кеттела (URL: <https://onlinetestpad.com/ru/test/2-16pf-test-kettella-forma-a-187-voprosov>), Климова (URL: <https://www.profguide.io/test/klimov.html?p=1188%2f/>) и Кирюкова (URL: https://mgpu-my.sharepoint.com/:f/g/personal/kirukov_mgpu_ru/EpttIMEvJ3RBII2jsA7pTi4BDIuyqZcmHIQ8atEBwIQFA), осмыслить их результаты и дать субъективную оценку их справедливости в отношении себя.

4. Некоторые математические методы многокритериального анализа и выбора

4.1. Постановка задачи многокритериальной сравнительной оценки объектов

Принятие решений, сопровождает каждого человека всю его сознательную жизнь. В общем понимании этого понятия решение является планом деятельности по удовлетворению возникшей у человека потребности (рисунок 4.1).

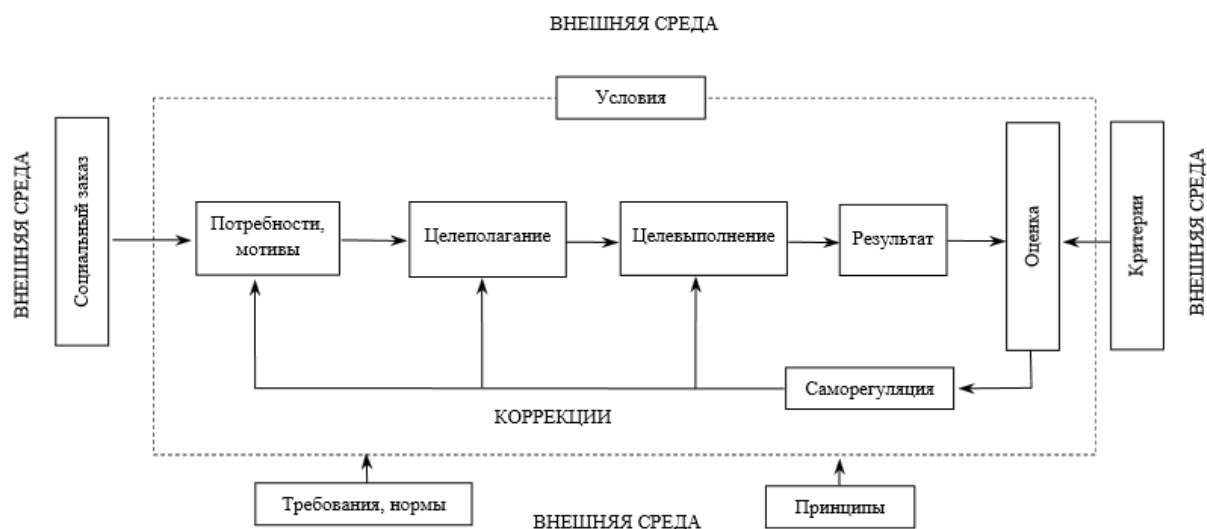


Рисунок 4.1 – Процессуальные компоненты деятельности человека по (Новиков, 2007)

Математика вычленила из этого сложнейшего процесса один из ключевых элементов – целеполагание, упростила и формализовала его в виде базовой математической модели принятия решений (БМПР). В этой модели рассматривается исходное конечное множество на-

званий вариантов решений (альтернатив) $Y = \{y_i\}_{i=1, \dots, n}$. Качество каждого варианта решения с позиций человека – лица, принимающего решение (ЛПР) – характеризуется единым для всех вариантов решений конечным набором характеристик – критериев с названия-

ми $\{f^j\}_{j=1, \dots, m}$ (здесь j не показатель степени, а номер критерия!). Эти критерии являются функциями от вариантов решений. Критерии носят количественный или качественный (измеряемый по порядковой шкале) характер. Для определенности принято считать, что значения количественных критериев неотрицательны и желательным является их минимальное значение. Тогда задачу принятия решения можно характеризовать набором векторов $F = \{f_i = (f_i^1, f_i^2, \dots, f_i^m)\}_{i=1, \dots, n}$. Каждый такой вектор отождествляется с соответствующим ему вариантом решения, поэтому для краткости далее будем называть вариантом решения именно этот вектор.

Например, требуется включить в список на зачисление в вуз только четыре из шести претендующих на это абитуриентов. Их имена (варианты решений) показаны в таблице 4.1, а критерии выбора перечислены в таблице 4.2. Значения критериев выбора для всех вариантов решения перечислены в таблице 4.3.

Таблица 4.1 – Множество вариантов решения

№ варианта решения i	Название варианта решения y_i
1	Миша
2	Гриша
3	Саша
4	Маша
5	Даша
6	Глаша

Таблица 4.2 – Множество критериев

№ критерия j	Название варианта решения f^j
1	Средний балл ЕГЭ по русскому языку
2	Средний балл ЕГЭ по русскому языку
3	Средний балл ЕГЭ по русскому языку
4	Дополнительный балл за различные достижения

Если добавить, что чем больше значение каждого из критериев, тем «лучше» соответствующий вариант решения, то задача выбора решения в этом примере будет полностью сформулирована.

Но не полностью решена, поскольку заключается в выборе такого решения из набора вариантов решений, который **В ЦЕЛОМ** будет признан ЛПР за «наилучший», а здесь лучшими (каждый по определенному критерию) являются сразу четыре претендента на зачисление, а «наилучшим в целом» может оказаться вообще кто-то пятый. Таким образом, поскольку исходная формальная постановка задачи не содержит точной количественной информации о сравнительной ценности для ЛПР различных критериев, задача принятия решения оказывается формально незамкнутой.

Таблица 4.3 – Многокритериальная оценка различных вариантов решения (данные выбраны с помощью датчика случайных чисел)

Варианты решения	Критерии				
	Средний балл ЕГЭ по русскому языку	Средний балл ЕГЭ по математике	Средний балл ЕГЭ по физике	Дополнительный балл за различные доблести	Комплексный критерий, сформированный ЛПР
Миша	71	85	92	7	255
Гриша	87	84	79	2	259
Саша	97	83	89	4	273
Маша	68	66	70	4	208
Даша	88	71	62	0	221
Глаша	89	81	98	0	268
мин	68	66	62	0	208
макс	97	85	98	9	273
макс/мин	1,43	1,29	1,58	бесконечность	1,31

Единственный строгий результат, который может быть получен, если ограничиться этой постановкой, состоит в том, что решение, признанное в качестве наилучшего, не может доминироваться каким-либо другим решением, (т. е. иметь худшие или, по крайней мере, не лучшие значения по каждому из критериев). Например, Даша по каждому критерию уступает Глаше и потому заведомо не может быть признана лучшим решением.

Таким образом, это условие (т. н. Парето-оптимальность), как правило, не приводит к единственному оптимальному решению. Поэтому учеными (см., например, Ларичев, Пиявский-Мальшев) предложено – и продолжает предлагаться – большое число алгоритмов действия ЛПР, позволяющих ему ввести в задачу дополнительную информацию для того, чтобы убедительно обосновать для себя выбор единственного решения в качестве наилучшего.

Например, в системе высшего образования ЛПР (в данном случае соответствующим министерством) решено, что в качестве комплексного критерия, позволяющего произвести формально обоснованный окончательный выбор наилучшего решения, является сумма значений всех критериев (последний столбец в таблице 4.3. В этом случае наилучшим решением является Саша, а в вуз проходят Саша, Глаша и Гриша.

Казалось бы, задача решена. Тем не менее такой способ зачисления уже много лет ставится под сомнение, вызывает неудовольствие и споры. Действительно, почему при приеме на физмат балл по русскому языку весит столько же, чем балл по физике или математике? Или почему дополнительный балл, который среди претендентов в относительной шкале меняется в бесконечное число раз, равноценен другим баллам, изменяющимся среди претендентов всего максимально в 1,58 раза (три последние строки в таблице 4.3)?

В нашем учебном курсе мы будем рассматривать задачи принятия решения, которые ЛПР предстоит замкнуть, САМЫМ РАЗУМНЫМ образом опираясь на свое чисто личное понимание проблемы выбора. Рассмотрим два наиболее удачных подхода: метод аналитической иерархии (АНР) и метод уверенных суждений с использованием универсальных коэффициентов важности (МУС-УКВ).

4.2. Метод аналитической иерархии (АНР)

Метод аналитической иерархии (АНР – Analytic Hierarchi Pricess), разработанный Т. Саати (Саати, 1983), О. И. Ларичевым (Ларичев, 2002), основан на том, что ЛПР предлагается сравнить между собой каждую пару критериев, используя шкалу, приведенную в таблице 4.4. Для этого заполняются ячейки таблицы попарного сравнения критериев, как это показано в таблице 4,5 для рассматриваемого примера зачисления в вуз.

Таблица 4.4 – Стандартные коэффициенты в методе АНР

Коэффициент значимости критерия строки по отношению к критерию столбца	Коэффициент учета сравнительной значимости
Равная значимость	1
Умеренное превосходство	3
Существенное или сильное превосходство	5
Значительное (большое) превосходство	7
Очень большое превосходство	9

Таблица 4.5 – Результаты попарного сравнения критериев в примере зачисления в вуз (метод АНР)

КРИТЕРИИ	Средний балл ЕГЭ по русско-му языку	Средний балл ЕГЭ по математике	Средний балл ЕГЭ по физике	Дополнительный балл за различные доблести
Средний балл ЕГЭ по русскому языку	1	1/5	1/7	1/3
Средний балл ЕГЭ по математике	5	1	1/3	3
Средний балл ЕГЭ по физике	7	3	1	1
Дополнительный балл за различные доблести	3	1/3	1	1

Если критерии, отвечающий строке заполняемой ячейки, эквивалентен или более важен с точки зрения ЛПР, чем критерии, отвечающий столбцу ячейки, то в ячейку записывается соответствующее число из таблицы 4.4. В противном случае в ячейку записывается число, которое образуется делением единицы на соответствующее число из таблицы 4.4. Таким образом задаются коэффициенты учета сравнительной значимости критериев

$$c_{ij}, \quad i, j = 1, \dots, n \quad c_{ii} = 1 \quad i = 1, \dots, n,$$

где n – число критериев, а i и j – номера соответственно строки и столбца. На их основе для каждой строки таблицы 4.6 рассчитывается так называемый собственный вектор критерия

$$k_i = \sqrt[n]{d_i}, \quad \text{где } d_i = \prod_{j=1}^n c_{ij} \quad i = 1, \dots, n,$$

и, наконец, его коэффициент относительной важности в линейной свертке

$$\alpha_i = \frac{k_i}{\sum_{i=1}^n k_i}, \quad i = 1, \dots, n.$$

Таблица 4.6 – Таблица расчета весовых коэффициентов критериев для расчета комплексного критерия выбора решения в примере зачисления в вуз (метод АНР)

КРИТЕРИИ	Средний балл ЕГЭ по русскому языку	Средний балл ЕГЭ по математике	Средний балл ЕГЭ по физике	Дополнительный балл за различные доблести	Собственный вектор критерия	Коэффициент важности критерия
Средний балл ЕГЭ по русскому языку	1,00	0,20	0,14	0,33	0,31	0,06
Средний балл ЕГЭ по математике	5,00	1,00	0,33	3,00	1,50	0,30
Средний балл ЕГЭ по физике	7,00	3,00	1,00	1,00	2,14	0,44
Дополнительный балл за различные доблести	3,00	0,33	1,00	1,00	1,00	0,20
Сумма	16	4,53	2,47	5,33	4,95	1,00

В методе АНР в качестве комплексного критерия используется взвешенная сумма нормированных значений критериев с весовыми коэффициентами, вычисленными по описанному алгоритму. То есть в комплексном критерии F используются на сами значения критериев, а их нормированные значения, преобразованные так, чтобы для каждого критерия его максимальное среди всех вариантов решения нормированное значение было равно единице, а минимальное – нулю. Соответствующая формула для нормированных значений \bar{f}_k^s имеет вид:

$$\bar{f}_k^s = \frac{f_k^s - \min_{i=1, \dots, n} f_i^s}{\max_{i=1, \dots, n} f_i^s - \min_{i=1, \dots, n} f_i^s}, \quad k, s = 1, \dots, n,$$

а формула для комплексного критерия:

$$F_k = \sum_{s=1}^n \alpha_s \bar{f}_k^s, \quad k = 1, \dots, n.$$

Расчет нормированных значений критериев и комплексного критерия сведен в таблицу 4.7.

Как видно из таблицы, в результате использования метода АНР наилучшим абитуриентом является Миша, а кроме него зачислению подлежат Саша и Гриша. Совсем ненамного отстала от них Глаша.

Таблица 4.7 – Расчет комплексного критерия

Варианты решения	Критерии				Нормированные критерии				Комплексный критерий
	Средний балл ЕГЭ по русскому языку	Средний балл ЕГЭ по математике	Средний балл ЕГЭ по физике	Дополнительный балл за различные доблести	Средний балл ЕГЭ по русскому языку	Средний балл ЕГЭ по математике	Средний балл ЕГЭ по физике	Дополнительный балл за различные доблести	
Миша	71	85	92	7	0,103	1	0,833	0,778	0,828
Гриша	87	84	79	9	0,655	0,947	0,472	1	0,731
Саша	97	83	89	4	1	0,895	0,75	0,444	0,747
Маша	68	66	70	4	0	0	0,222	0,444	0,186
Даша	88	71	62	0	0,69	0,263	0	0	0,12
Глаша	89	81	98	0	0,724	0,789	1	0	0,72
мин	68	66	62	0	Коэффициенты важности критериев				
макс	97	85	98	9	0,06	0,3	0,44	0,2	

Метод АНР прост в использовании, потому что на практике ЛПР нет необходимости самому проводить нормирование критериев, вычислять собственные вектора и коэффициенты важности критериев и комплексный критерий. Все это делает компьютер с помощью простой программы, в которую нужно только загрузить исходные данные в виде таблицы 4.3 (без строк и столбца, выделенных жирным шрифтом) и взгляд ЛПР на сравнительную важность различных критериев в виде таблицы 4.5. В этой таблице и заключен основной недостаток метода АНР. Часто бывает, что преимущество кого-либо или чего-либо является и его недостатком – здесь это именно такой случай. Дело в том, что попарное сравнение критериев якобы позволяет ЛПР-у более детально отразить свои ценностные установки. Это действительно так, когда в решаемой задаче три – четыре критерия. Но если количество критериев измеряется десятками, задача их попарного сравнения становится для ЛПР-а неподъемной ношей. Действительно, например при 17 критериях, а именно столько их будет, если ЛПР-у будет нужно оценивать молодых исследователей по их научным компетенциям (которых девять, см. предыдущую главу) и психологическим характеристикам (а их восемь, смотри там же), ему потребуется сделать $17 \cdot 16 / 2 = 136$ независимых сравнений.

Мало того, что это долгая рутинная работа, она еще и приведет к нелепым ситуациям, когда по парным сравнениям окажется, что А лучше Б, Б лучше В, а В лучше А (?!).

Для того чтобы предупредить ЛПР о появления подобных нелепиц предложен специальный метод проверки согласованности сравнения важности частных критериев. В таблице 4.5 парных сравнений критериев для каждого столбца рассчитываем сумму его элементов. Затем рассчитываем сумму произведений этих чисел на рассчитанные коэффициенты важности одноименных столбцам критериев из строк таблицы 4.6 (обозначим ее L) и находим индекс согласованности парных оценок S по формуле

$$S = \frac{L - n}{n - 1}.$$

Чем меньше это число, тем более согласованы парные оценки и тем менее вероятно, что их следствием могут быть нелепости вроде только что описанной. Можно рассчитать

теоретически, каким был бы индекс согласованности, если бы парные сравнения были расставлены просто случайно. Эта величина называется случайным индексом (СИ) и зависит от количества критериев. Рассчитанные ее значения показаны в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Значение показателя случайной согласованности (ПСС)* (по (Саати, 1993, с. 25) и (Романов, 2006, с. 137))

Количество критериев	3	4	5	6	7	8	9	10
Случайный индекс (СИ)	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Оценки в матрице считаются согласованными, если индекс согласованности не превышает 10–15 % от случайного индекса, в противном случае парные оценки надо пересматривать и корректировать.

В рассматриваемом примере зачисления в вуз

$$L = 4,447, \quad s = \frac{0,447}{3} = 0,149$$

следовательно, индекс согласованности составляет 16,5 % от случайного индекса при четырех критериях, т. е. находится на грани согласованности, даже чуть-чуть за гранью.

Таким образом, попарное сравнение критериев – это органический недостаток метода АНР. Это подобно тому, как рассматривать растровое изображение, увеличивая «для ясности» его настолько, что в поле зрения остаются лишь пара пикселей, и передвигать поле зрения по изображению (рисунок 4.2).

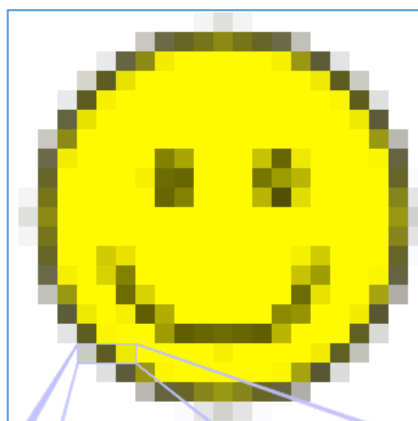


Рисунок 4.2 – Пример растрового изображения

Кроме того, кажутся недостаточно обоснованными сами значения стандартных коэффициентов значимости, указанные в таблице 4.4. Автор метода подбирал их эмпирическим путем, добиваясь приблизиться к тому, как люди в различных ситуациях (например, сравнивая «на глазок» протяженность различных авиационных маршрутов) устанавливают связь количественных оценок с качественными.

4.3. Идеи метода уверенных суждений при универсальных коэффициентах важности критериев (МУС-УКВ)

В методе уверенных суждений при универсальных коэффициентах важности критериев (МУС-УКВ) ЛПР вместо того, чтобы, как в методе АНР попарно сравнивать по важности критерии между собой попарное сравнение критериев, относит каждый из них к одной из нескольких групп сравнительной важности (как правило, в любых реальных задачах для этого достаточно трех групп сравнительной важности). Тем самым исключается лавинное нарастание трудоемкости и противоречивости, связанное с увеличением числа попарных сравнений.

Вторая особенность МУС-УКВ основана на использовании в качестве комплексного критерия так называемой линейной свертки, то есть суммы произведений нормированных значений критериев на коэффициенты их относительной важности α_i , $i = 1, \dots, n$. Но вспомним, что нормированные значения для того и нормированы, чтобы измеряться в одной и той же относительной шкале от нуля до единицы. По этой причине все они с математической точки зрения как бы утрачивают свой содержательный смысл, он остается только «в голове» у ЛПП, когда оно относит эти критерии к той или иной группе относительной важности.

Например, в рассмотренном выше примере о зачислении в вуз после нормирования критериев задача математически описывается в такой постановке, представленной в таблице 4.9, без заполненных двух последних строк и последнего столбца, выделенных жирным курсивом.

Таблица 4.9 – Математическая постановка и результат решения задачи о зачислении в вуз

Варианты решения	Критерий 1	Критерий 2	Критерий 3	Критерий 4	Комплексный критерий
Вариант 1	0,103	1	0,833	0,778	0,797
Вариант 2	0,655	0,947	0,472	1	0,675
Вариант 3	1	0,895	0,75	0,444	0,783
Вариант 4	0	0	0,222	0,444	0,162
Вариант 5	0,69	0,263	0	0	0,143
Вариант 6	0,724	0,789	1	0	0,81
Группы важности критериев	1	2	3	1	4=2,1,1,0
Универсальные коэффициенты важности критериев	0,104	0,271	0,521	0,104	1,000

При этом ЛПП знает содержательный смысл критериев, показанный в таблице 4.10.

Таблица 4.10 – Содержательная расшифровка критериев в математической постановке задачи о зачислении в вуз

«Обезличенное» название критерия	Критерий 1	Критерий 2	Критерий 3	Критерий 4
Содержательное название критерия	Средний балл ЕГЭ по русскому языку	Средний балл ЕГЭ по математике	Средний балл ЕГЭ по физике	Дополнительный балл за различные доблести

Это позволяет ему отнести критерии к соответствующим группам важности, бóльший номер группы отвечает более важным критериям. Аналогично предыдущему, полагаем, что ЛПП – это ученый совет механико-математического факультета университета и речь идет о зачислении в учебный поток по направлению подготовки «Физика». Ученый совет считает, что важнейшим с точки зрения успешного обучения на этом потоке является средний балл по физике, затем по математике и лишь затем по русскому языку. Что касается балла за различные достижения, характеризующие активность, настойчивость и энтузиазм абитуриентов, то разгораются споры. В итоге, если университет педагогический, то ученый совет решает отнести дополнительный балл в одну группу важности с баллом по русскому языку. Если же университет готовит, в основном, научных работников и специалистов самого высокого профессионального уровня, то ученый совет сочтет дополнительный балл столь же ценным, как и

балл по математике. В нашем примере согласимся с мнением педуниверситета и проставим соответствующие группы важности в последней строке таблицы 4.9. Отметим, что такое обсуждение займет небольшое время и будет носить содержательный характер, даже если критериев будет не четыре, а пара десятков. Распределение их по группам важности, так называемая «политика выбора», может быть сформировано достаточно уверенно.

Осталось определить конкретные значения коэффициентов сравнительной важности критериев α_i , $i = 1, \dots, 4$ с учетом их принадлежности к соответствующим группам важности. Эти коэффициенты могут принимать любые значения, но, в соответствии с предпочтениями, установленными ученым советом, они должны удовлетворять следующим соотношениям:

$$\alpha_i \geq 0, \quad i = 1, \dots, n$$

$$\alpha_3 \geq \alpha_2$$

$$\alpha_2 \geq \alpha_1$$

$$\alpha_2 \geq \alpha_4$$

$$\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 = 1$$

Любой допустимый вариант задания комплекта этих четырех коэффициентов относительной важности критериев можно представить себе как некоторую точку в четырехмерном пространстве, а множество всех допустимых комплектов составит в четырехмерном пространстве некоторую фигуру (т. н. симплекс). К сожалению, нарисовать ее в таком пространстве мы не сможем, можно только вообразить, что она будет выглядеть похоже на фигуры, изображенные на рисунках 4.3–4.8. Важно для нас лишь то, что эта фигура будет одной и той же для любых задач сравнительной оценки независимо от их реального содержания, лишь бы только в них было четыре критерия, из которых один принадлежит к третьей группе важности, один – ко второй и два – к первой. Но тогда можно перебрать все варианты разнесения конкретного количества критериев по различным группам важности и тем самым перечислить сравнительно небольшое число универсальных постановок задач многокритериального сравнения. Каждая из этих задач будет иметь один и тот же набор коэффициентов относительной важности входящих в нее критериев, независимо от того, сколько вариантов решения и с какими значениями критериев она в реальности будет содержать. Например, в таблице 4.11 перечислены все универсальные задачи сравнительной оценки при четырех критериях. Для их обозначения используются следующий код:

<общее кол-во критериев>=

<кол-во критериев в группе важности 1>,

<кол-во критериев в группе важности 2>,...

<кол-во критериев в группе важности n >

Таблица 4.11 – Всевозможные распределения (политики выбора) четырех критериев по группам важности

Код политика выбора	Номер группы важности критерия			
	1	2	3	4
4=4,0,0,0	4			
4=3,1,0,0	3	1		
4=2,2,0,0	2	2		
4=2,1,1,0	2	1	1	
4=1,3,0,0	1	3		
4=1,2,1,0	1	2	1	
4=1,1,2,0	1	1	2	
4=1,1,1,1	1	1	1	1

Например, код принятой нами в задаче о зачислении в вуз политики выбора выглядит так: 4=2,1,1,0. Он внесен в последнюю ячейку предпоследней строки таблицы 4.9, а в соответствующих ячейках этой строки показана группа важности каждого критерия.

Заметим, что код политики выбора может быть сокращен за счет нулей в его «хвостовой» части. В середине же кода нулей не может быть, так как не может быть пустой группы важности критериев (тогда её нужно просто пропустить).

4.4. Таблицы универсальных коэффициентов важности критериев

Для любой политики выбора по специально разработанному алгоритму, который описан в последнем разделе настоящей главы, рассчитаны соответствующие коэффициенты сравнительной важности критериев и помещены в специальные таблицы. Некоторые из них показаны в таблицах 4.12–4.17, а более полные таблицы приведены в монографии С. А. Пиявского, В. В. Малышева (Пиявский, Малышев, 2022).

Для применения метода МУС-УКВ совсем не обязательно понимать этот алгоритм, так же как и для применения метода аналитической иерархии не обязательно полностью понимать его обоснование. Скажем лишь, что на основе весьма естественного рассуждения в методе МУС-УКВ доказано, что универсальные коэффициенты важности критериев являются координатами центра масс соответствующего симплекса в пространстве значений нормированных критериев, и разработаны математические методы расчета этих координат.

Таблица 4.12 – Численные значения универсальных коэффициентов важности при различных политиках выбора для двух, трёх и четырёх критериев

Количество критериев	Политика выбора				Универсальные коэффициенты важности			
	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
2	2				0,500			
	1	1			0,250	0,750		
3	3				0,333			
	2	1			0,194	0,611		
	1	2			0,111	0,444		
	1	1	1		0,111	0,277	0,611	
4	4				0,250			
	3	1			0,167	0,521		
	2	2			0,104	0,396		
	1	3			0,063	0,313		
	2	1	1		0,104	0,271	0,521	
	1	2	1		0,063	0,208	0,521	
	1	1	2		0,063	0,146	0,396	
	1	1	1	1	0,063	0,146	0,271	0,521

Таблица 4.13 – Численные значения универсальных коэффициентов важности при различных политиках выбора для пяти критериев

Политика выбора					Универсальные коэффициенты важности				
B1	B2	B3	B4	B5	B1	B2	B3	B4	B5
1	1	1	1	1	0,039	0,089	0,155	0,256	0,460
1	1	1	2		0,039	0,089	0,155	0,358	
1	1	2	1		0,039	0,089	0,206	0,460	
1	1	3			0,039	0,089	0,291		

1	2	1	1		0,039	0,122	0,256	0,460	
1	2	2			0,039	0,122	0,358		
1	3	1			0,039	0,167	0,460		
1	4				0,039	0,240			
2	1	1	1		0,064	0,155	0,256	0,460	
2	1	2			0,064	0,155	0,358		
2	2	1			0,064	0,206	0,460		
2	3				0,064	0,291			
3	1	1			0,095	0,256	0,460		
3	2				0,095	0,358			
4	1				0,135	0,460			
5					0,200				

Таблица 4.14 – Численные значения универсальных коэффициентов важности при различных политиках выбора для **шести критериев**

Политика выбора						Универсальные коэффициенты важности					
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B1	B2	B3	B4	B5	B6
1	1	1	1	1	1	0,026	0,059	0,100	0,156	0,242	0,417
1	1	1	1	2		0,026	0,059	0,100	0,156	0,329	
1	1	1	2	1		0,026	0,059	0,100	0,199	0,417	
1	1	1	3			0,026	0,059	0,100	0,272		
1	1	2	1	1		0,026	0,059	0,128	0,242	0,417	
1	1	2	2			0,026	0,059	0,128	0,329		
1	1	3	1			0,026	0,059	0,166	0,417		
1	1	4				0,026	0,059	0,229			
1	2	1	1	1		0,026	0,079	0,156	0,242	0,417	
1	2	1	2			0,026	0,079	0,156	0,329		
1	2	2	1			0,026	0,079	0,199	0,417		
1	2	3				0,026	0,079	0,272			
1	3	1	1			0,026	0,105	0,242	0,417		
1	3	2				0,026	0,105	0,329			
1	4	1				0,026	0,139	0,417			
1	5					0,026	0,195				
2	1	1	1	1		0,043	0,100	0,156	0,242	0,417	
2	1	1	2			0,043	0,100	0,156	0,329		
2	1	2	1			0,043	0,100	0,199	0,417		
2	1	3				0,043	0,100	0,272			
2	2	1	1			0,043	0,128	0,242	0,417		
2	2	2				0,043	0,128	0,329			
2	3	1				0,043	0,166	0,417			
2	4					0,043	0,229				
3	1	1	1			0,062	0,156	0,242	0,417		
3	1	2				0,062	0,156	0,329			
3	2	1				0,062	0,199	0,417			

3	3					0,062	0,272				
4	1	1				0,085	0,242	0,417			
4	2					0,085	0,329				
5	1					0,117	0,417				
6						0,167					

Таблица 4.15 – Численные значения универсальных коэффициентов важности при различных политиках выбора с двумя группами важности критериев

Количество критериев	Политика выбора		Универсальные коэффициенты важности	
	B1	B2	B1	B2
2	1	1	0,250	0,750
3	1	2	0,111	0,444
3	2	1	0,194	0,611
4	1	3	0,063	0,313
4	2	2	0,104	0,396
4	3	1	0,160	0,521
5	1	4	0,040	0,240
5	2	3	0,065	0,290
5	3	2	0,093	0,360
5	4	1	0,138	0,450
6	1	5	0,028	0,194
6	2	4	0,044	0,228
6	3	3	0,061	0,272
6	4	2	0,086	0,328
6	5	1	0,121	0,394
7	1	6	0,020	0,163
7	2	5	0,032	0,187
7	3	4	0,043	0,218
7	4	3	0,059	0,255
7	5	2	0,080	0,299
7	6	1	0,108	0,350
8	1	7	0,016	0,141
8	2	6	0,025	0,158
8	3	5	0,032	0,181
8	4	4	0,042	0,208
8	5	3	0,057	0,239
8	6	2	0,075	0,275
8	7	1	0,098	0,315
9	1	8	0,012	0,123
9	2	7	0,019	0,137
9	3	6	0,025	0,154
9	4	5	0,032	0,174
9	5	4	0,042	0,198
9	6	3	0,055	0,224

9	7	2	0,071	0,253
9	8	1	0,089	0,285
10	1	9	0,010	0,110
10	2	8	0,016	0,121
10	3	7	0,020	0,134
10	4	6	0,025	0,150
10	5	5	0,032	0,168
10	6	4	0,041	0,188
10	7	3	0,053	0,210
10	8	2	0,066	0,234
10	9	1	0,082	0,261

Таблица 4.16 – Численные значения универсальных коэффициентов важности при различных политиках выбора с тремя группами важности критериев

Кол-во критериев	Политика выбора			Универсальные коэффициенты важности			Кол-во критериев	Политика выбора			Универсальные коэффициенты важности		
	B1	B2	B3	B1	B2	B3		n	B1	B2	B3	B1	B2
3	1	1	1	0,111	0,278	0,611	9	7	1	1	0,071	0,221	0,285
4	2	1	1	0,104	0,271	0,521	9	6	2	1	0,055	0,193	0,285
4	1	2	1	0,063	0,208	0,521	9	5	3	1	0,042	0,168	0,285
4	1	1	2	0,063	0,146	0,396	9	4	4	1	0,032	0,147	0,285
5	3	1	1	0,093	0,27	0,45	9	3	5	1	0,025	0,128	0,285
5	2	2	1	0,065	0,21	0,45	9	2	6	1	0,019	0,113	0,285
5	1	3	1	0,04	0,17	0,45	9	1	7	1	0,012	0,1	0,285
5	2	1	2	0,065	0,15	0,36	9	6	1	2	0,055	0,165	0,253
5	1	2	2	0,04	0,12	0,36	9	5	2	2	0,042	0,142	0,253
5	1	1	3	0,04	0,09	0,29	9	4	3	2	0,032	0,122	0,253
6	4	1	1	0,086	0,261	0,394	9	3	4	2	0,025	0,105	0,253
6	3	2	1	0,061	0,211	0,394	9	2	5	2	0,019	0,091	0,253
6	2	3	1	0,044	0,172	0,394	9	1	6	2	0,012	0,08	0,253
6	1	4	1	0,028	0,144	0,394	9	5	1	3	0,042	0,119	0,224
6	3	1	2	0,061	0,161	0,328	9	4	2	3	0,032	0,1	0,224
6	2	2	2	0,044	0,128	0,328	9	3	3	3	0,025	0,085	0,224
6	1	3	2	0,028	0,106	0,328	9	2	4	3	0,019	0,073	0,224
6	2	1	3	0,044	0,094	0,272	9	1	5	3	0,012	0,063	0,224
6	1	2	3	0,028	0,078	0,272	9	4	1	4	0,032	0,082	0,198
6	1	1	4	0,028	0,061	0,228	9	3	2	4	0,025	0,068	0,198
7	5	1	1	0,08	0,248	0,35	9	2	3	4	0,019	0,057	0,198
7	4	2	1	0,059	0,207	0,35	9	1	4	4	0,012	0,049	0,198
7	3	3	1	0,043	0,173	0,35	9	3	1	5	0,025	0,054	0,174
7	2	4	1	0,032	0,146	0,35	9	2	2	5	0,019	0,045	0,174
7	1	5	1	0,02	0,126	0,35	9	1	3	5	0,012	0,039	0,174
7	4	1	2	0,059	0,167	0,299	9	2	1	6	0,019	0,035	0,154
7	3	2	2	0,043	0,136	0,299	9	1	2	6	0,012	0,031	0,154

7	2	3	2	0,032	0,112	0,299	9	1	1	7	0,012	0,026	0,137
7	1	4	2	0,02	0,095	0,299	10	8	1	1	0,066	0,208	0,261
7	3	1	3	0,043	0,105	0,255	10	7	2	1	0,053	0,184	0,261
7	2	2	3	0,032	0,085	0,255	10	6	3	1	0,041	0,163	0,261
7	1	3	3	0,02	0,071	0,255	10	5	4	1	0,032	0,144	0,261
7	2	1	4	0,032	0,065	0,218	10	4	5	1	0,025	0,128	0,261
7	1	2	4	0,02	0,054	0,218	10	3	6	1	0,02	0,113	0,261
7	1	1	5	0,02	0,044	0,187	10	2	7	1	0,016	0,101	0,261
8	6	1	1	0,075	0,234	0,315	10	1	8	1	0,01	0,091	0,261
8	5	2	1	0,057	0,201	0,315	10	7	1	2	0,053	0,161	0,234
8	4	3	1	0,042	0,172	0,315	10	6	2	2	0,041	0,141	0,234
8	3	4	1	0,032	0,147	0,315	10	5	3	2	0,032	0,123	0,234
8	2	5	1	0,025	0,127	0,315	10	4	4	2	0,025	0,108	0,234
8	1	6	1	0,016	0,112	0,315	10	3	5	2	0,02	0,094	0,234
8	5	1	2	0,057	0,167	0,275	10	2	6	2	0,016	0,083	0,234
8	4	2	2	0,042	0,141	0,275	10	1	7	2	0,01	0,074	0,234
8	3	3	2	0,032	0,118	0,275	10	6	1	3	0,041	0,121	0,21
8	2	4	2	0,025	0,1	0,275	10	5	2	3	0,032	0,104	0,21
8	1	5	2	0,016	0,087	0,275	10	4	3	3	0,025	0,09	0,21
8	4	1	3	0,042	0,114	0,239	10	3	4	3	0,02	0,078	0,21
8	3	2	3	0,032	0,094	0,239	10	2	5	3	0,016	0,068	0,21
8	2	3	3	0,025	0,078	0,239	10	1	6	3	0,01	0,06	0,21
8	1	4	3	0,016	0,067	0,239	10	5	1	4	0,032	0,088	0,188
8	3	1	4	0,032	0,074	0,208	10	4	2	4	0,025	0,074	0,188
8	2	2	4	0,025	0,06	0,208	10	3	3	4	0,02	0,063	0,188
8	1	3	4	0,016	0,051	0,208	10	2	4	4	0,016	0,054	0,188
8	2	1	5	0,025	0,047	0,181	10	1	5	4	0,01	0,048	0,188
8	1	2	5	0,016	0,04	0,181	10	4	1	5	0,025	0,061	0,168
8	1	1	6	0,016	0,033	0,158	10	3	2	5	0,02	0,051	0,168
							10	2	3	5	0,016	0,043	0,168
							10	1	4	5	0,01	0,038	0,168
							10	3	1	6	0,02	0,041	0,15
							10	2	2	6	0,016	0,034	0,15
							10	1	3	6	0,01	0,03	0,15
							10	2	1	7	0,016	0,028	0,134
							10	1	2	7	0,01	0,024	0,134
							10	1	1	8	0,01	0,021	0,121

Таблица 4.17 – Численные значения универсальных коэффициентов важности при различных политиках выбора из **15 критериев с тремя группами важности критериев**

Политика выбора			Универсальные коэффициенты важности			Политика выбора			Универсальные коэффициенты важности		
B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3
15			0,0667			4	3	8	0,0099	0,0289	0,1092
1	14		0,0044	0,0711		4	4	7	0,0099	0,0340	0,1178

2	13		0,0068	0,0759		4	5	6	0,0099	0,0397	0,1270
3	12		0,0083	0,0813		4	6	5	0,0099	0,0460	0,1368
4	11		0,0099	0,0873		4	7	4	0,0099	0,0530	0,1473
5	10		0,0121	0,0940		4	8	3	0,0099	0,0606	0,1584
6	9		0,0148	0,1013		4	9	2	0,0099	0,0689	0,1702
7	8		0,0180	0,1092		4	10	1	0,0099	0,0778	0,1825
8	7		0,0219	0,1178		5	1	9	0,0121	0,0283	0,1013
9	6		0,0265	0,1270		5	2	8	0,0121	0,0330	0,1092
10	5		0,0316	0,1368		5	3	7	0,0121	0,0384	0,1178
11	4		0,0373	0,1473		5	4	6	0,0121	0,0444	0,1270
12	3		0,0437	0,1584		5	5	5	0,0121	0,0511	0,1368
13	2		0,0507	0,1702		5	6	4	0,0121	0,0584	0,1473
14	1		0,0584	0,1825		5	7	3	0,0121	0,0664	0,1584
1	1	13	0,0044	0,0092	0,0759	5	8	2	0,0121	0,0749	0,1702
1	2	12	0,0044	0,0102	0,0813	5	9	1	0,0121	0,0841	0,1825
1	3	11	0,0044	0,0117	0,0873	6	1	8	0,0148	0,0378	0,1092
1	4	10	0,0044	0,0140	0,0940	6	2	7	0,0148	0,0435	0,1178
1	5	9	0,0044	0,0168	0,1013	6	3	6	0,0148	0,0498	0,1270
1	6	8	0,0044	0,0203	0,1092	6	4	5	0,0148	0,0568	0,1368
1	7	7	0,0044	0,0244	0,1178	6	5	4	0,0148	0,0644	0,1473
1	8	6	0,0044	0,0292	0,1270	6	6	3	0,0148	0,0727	0,1584
1	9	5	0,0044	0,0346	0,1368	6	7	2	0,0148	0,0816	0,1702
1	10	4	0,0044	0,0406	0,1473	6	8	1	0,0148	0,0911	0,1825
1	11	3	0,0044	0,0473	0,1584	7	1	7	0,0180	0,0492	0,1178
1	12	2	0,0044	0,0546	0,1702	7	2	6	0,0180	0,0559	0,1270
1	13	1	0,0044	0,0625	0,1825	7	3	5	0,0180	0,0632	0,1368
2	1	12	0,0068	0,0111	0,0813	7	4	4	0,0180	0,0711	0,1473
2	2	11	0,0068	0,0130	0,0873	7	5	3	0,0180	0,0797	0,1584
2	3	10	0,0068	0,0156	0,0940	7	6	2	0,0180	0,0889	0,1702
2	4	9	0,0068	0,0187	0,1013	7	7	1	0,0180	0,0987	0,1825
2	5	8	0,0068	0,0225	0,1092	8	1	6	0,0219	0,0625	0,1270
2	6	7	0,0068	0,0270	0,1178	8	2	5	0,0219	0,0702	0,1368
2	7	6	0,0068	0,0321	0,1270	8	3	4	0,0219	0,0784	0,1473
2	8	5	0,0068	0,0378	0,1368	8	4	3	0,0219	0,0873	0,1584
2	9	4	0,0068	0,0441	0,1473	8	5	2	0,0219	0,0968	0,1702
2	10	3	0,0068	0,0511	0,1584	8	6	1	0,0219	0,1070	0,1825
2	11	2	0,0068	0,0587	0,1702	9	1	5	0,0265	0,0778	0,1368
2	12	1	0,0068	0,0670	0,1825	9	2	4	0,0265	0,0864	0,1473
3	1	11	0,0083	0,0149	0,0873	9	3	3	0,0265	0,0956	0,1584
3	2	10	0,0083	0,0178	0,0940	9	4	2	0,0265	0,1054	0,1702
3	3	9	0,0083	0,0213	0,1013	9	5	1	0,0265	0,1159	0,1825
3	4	8	0,0083	0,0254	0,1092	10	1	4	0,0316	0,0949	0,1473
3	5	7	0,0083	0,0302	0,1178	10	2	3	0,0316	0,1044	0,1584

3	6	6	0,0083	0,0356	0,1270	10	3	2	0,0316	0,1146	0,1702
3	7	5	0,0083	0,0416	0,1368	10	4	1	0,0316	0,1254	0,1825
3	8	4	0,0083	0,0483	0,1473	11	1	3	0,0373	0,1140	0,1584
3	9	3	0,0083	0,0556	0,1584	11	2	2	0,0373	0,1244	0,1702
3	10	2	0,0083	0,0635	0,1702	11	3	1	0,0373	0,1356	0,1825
3	11	1	0,0083	0,0721	0,1825	12	1	2	0,0437	0,1349	0,1702
4	1	10	0,0099	0,0206	0,0940	12	2	1	0,0437	0,1464	0,1825
4	2	9	0,0099	0,0244	0,1013	13	1	1	0,0507	0,1578	0,1825

Теперь мы можем завершить решение задачи о зачислении в вуз, поскольку известна политика выбора ученого совета и ниже приведены таблицы значений универсальных коэффициентов важности. Из таблицы 4.12 следует, что политике выбора 4=2,1,1 отвечают коэффициенты важности 0,104; 0,271; 0,521. Заносим их в соответствующие ячейки последней строки таблицы 4.12, а для проверки вписываем их сумму в последнюю ячейку этой строки – эта сумма должна всегда равняться единице.

Теперь все готово для вычисления значения комплексного критерия для каждого рассматриваемого варианта. Это значение равно сумме произведений значений нормированных критериев, стоящих в строке этого варианта, на универсальные коэффициенты важности этих критериев. Помещаем рассчитанные значения в последнюю ячейку строки. Решение получено. Для удобства анализа перенесем его в таблицу 4.18, совместив с исходными данными задачи.

Таблица 4.18 – К анализу результата решения задачи о зачислении в вуз методом МУС-УКВ

Варианты решения	Критерии				
	Средний балл ЕГЭ по русскому языку	Средний балл ЕГЭ по математике	Средний балл ЕГЭ по физике	Дополнительный балл за различные доблести	Комплексный критерий
Миша	71	<u>85</u>	92	7	0,797
Гриша	87	84	79	<u>9</u>	0,675
Саша	<u>97</u>	83	89	4	0,783
Маша	68	66	70	4	0,162
Даша	88	71	62	0	0,143
Глаша	89	81	<u>98</u>	0	<u>0,81</u>

Видно, что наилучший результат имеет Даша, а на три вакантных места в вуз проходят Даша, Миша и Саша.

4.5. Методика расчета универсальных коэффициентов важности критериев

Как мы видели, при известных коэффициентах важности частных критериев $x^j \geq 0$, $j = 1, \dots, m$ комплексный критерий линейной свертки имеет вид

$$F = \sum_{j=1}^m x^j f^j, \quad x^j \geq 0, \quad j = 1, \dots, m, \quad \sum_{j=1}^m x^j = 1 \quad (4.1)$$

Мы должны рассматривать его с учётом того, что коэффициенты важности не известны однозначно, а лишь принадлежат некоторому множеству неопределённости коэффициентов X элементов m -мерного пространства, удовлетворяющих высказанным ЛПР предпочтениям.

Это множество описывается соотношениями из (4.1), а также неравенствами которым отражают политику выбора ЛПР, то есть отнесение им различных критериев к различным группам важности.

В методе МУС-УКВ значение комплексного критерия \bar{F} определяется при этом как среднее из значений функции (4.1) по всему множеству X , поскольку нет никаких оснований предпочесть один элемент множества другому. Таким образом,

$$\bar{F} = \frac{\int_{x \in X} F(f) dx}{\int_{x \in X} dx}.$$

Проведём преобразования:

$$\bar{F} = \frac{\int_{x \in X} F(f) dx}{\int_{x \in X} dx} = \frac{\int_{x \in X} \sum_{j=1}^m x^j f^j dx}{\int_{x \in X} dx} = \sum_{j=1}^m \frac{\int_{x \in X} x^j dx}{\int_{x \in X} dx} f^j \equiv \sum_{j=1}^m x_{cm}^j f^j,$$

где

$$x_{cm}^j = \frac{\int_{x \in X} \sum_{j=1}^m x^j dx}{\int_{x \in X} dx}, \quad j = 1, \dots, m. \quad (4.2)$$

Таким образом, получен важный результат. Оказалось, что коэффициенты важности частных критериев в линейной свёртке не зависят от сравниваемых альтернатив и геометрически представляют собой координаты центра масс фигуры (это подчеркивает индекс cm), описываемой множеством неопределённости коэффициентов X . Это позволяет получить значения коэффициентов важности критериев, непосредственно рассматривая множества неопределённости критериев для каждой строки таблиц 4.1–4.3.

Вычисление коэффициентов (4.3) легко вести методом статистических испытаний или прямым перебором с малым шагом, непосредственно вычисляя многомерные интегралы. Однако для небольшого числа частных критериев можно аналитически получить точные значения коэффициентов важности, непосредственно анализируя графический образ их множества неопределённости. Это удастся сделать для двух, трёх и четырёх критериев.

Для двух критериев, как следует из таблицы 4.3, возможны лишь две различные политики сравнительной оценки важности частных критериев:

- $2=2$ – оба критерия равно важны;
- $2=1,1$ – один критерий важнее другого.

Для политики $2=2$ из условий симметрии $x^1 = x^2 = 0,5$.

Для политики $2=1,1$ легко определить координаты центра масс множества неопределённости коэффициентов важности. Оно задаётся соотношениями

$$x^1 \geq 0, \quad x^2 \geq 0, \quad x^1 + x^2 = 1, \quad x^1 \geq x^2$$

и представляет собой линию AB на двумерной плоскости (x^1, x^2) (см. рисунок 4.3). Центр масс этой линии, находящийся в её середине, имеет координаты

$$x^1 = \frac{3}{4} = 0,75, \quad x^2 = \frac{1}{4} = 0,25.$$

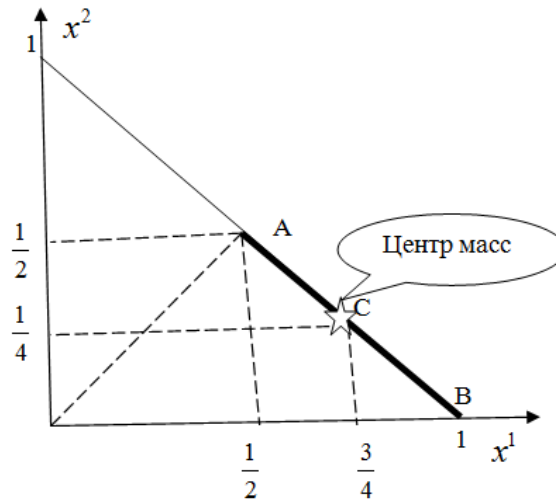


Рисунок 4.3 – Множество неопределённости весовых коэффициентов двух критериев

Для трёх критериев возможны четыре различные политики сравнительной оценки важности критериев:

- $3=3$ – все критерии равно важны;
- $3=1,2$ – каждый из двух критериев важнее третьего;
- $3=2,1$ – один критерий важнее каждого из двух других;
- $3=1,1,1$ – один критерий важнее другого, а этот другой важнее третьего.

Для политики $3=3$, исходя из условий симметрии, очевидно

$$x^1 = x^2 = x^3 = \frac{1}{3} \approx 0,333$$

Для каждой другой политики необходимо построить в трёхмерном пространстве коэффициентов важности критериев множество неопределённости коэффициентов важности критериев. Каждое из таких множеств является подмножеством множества, заданного соотношениями

$$x^1 \geq 0, x^2 \geq 0, x^3 \geq 0, x^1 + x^2 + x^3 = 1. \quad (4.3)$$

Это множество на рисунке 4.4 представлено треугольником ABC.

На этом рисунке точки $A(1, 0, 0)$, $B(0, 1, 0)$, $C(0, 0, 1)$ являются вершинами равностороннего треугольника. Точка $O(1/3, 1/3, 1/3)$ есть точка пересечения медиан этого треугольника. Точки $D(1/2, 1/2, 0)$, $E(1/2, 0, 1/2)$, $F(3/4, 1/4, 0)$, $G(3/4, 0, 1/4)$ делят пополам соответственно отрезки $[A, B]$, $[A, C]$, $[A, D]$, $[A, E]$.

Для политики $3=1,2$ к условию (4.3) добавляются условия

$$x^1 \geq x^2, x^3 \geq x^2,$$

которые вырезают из треугольника ABC треугольник AOC, являющийся множеством неопределённости коэффициентов сравнительной важности критериев для этой политики (рисунок 4.5). Его центр масс лежит на медиане OE на расстоянии двух третей её длины от точки O [1]. Уравнение этой медианы имеет вид [2]

$$\frac{x^1 - \frac{1}{3}}{\frac{1}{2} - \frac{1}{3}} = \frac{x^2 - \frac{1}{3}}{0 - \frac{1}{3}} = \frac{x^3 - \frac{1}{3}}{\frac{1}{2} - \frac{1}{3}} = t,$$

где $0 \leq t \leq 1$ – параметр.

Отсюда
$$x^1 = \frac{1}{3} + \frac{1}{6}t, x^2 = \frac{1}{3} - \frac{1}{3}t, x^3 = \frac{1}{3} + \frac{1}{6}t,$$

и при $t = \frac{2}{3}$ окончательно $x^1 = \frac{4}{9} \approx 0,444$, $x^2 = \frac{1}{9} \approx 0,111$, $x^3 = \frac{4}{9} \approx 0,444$.

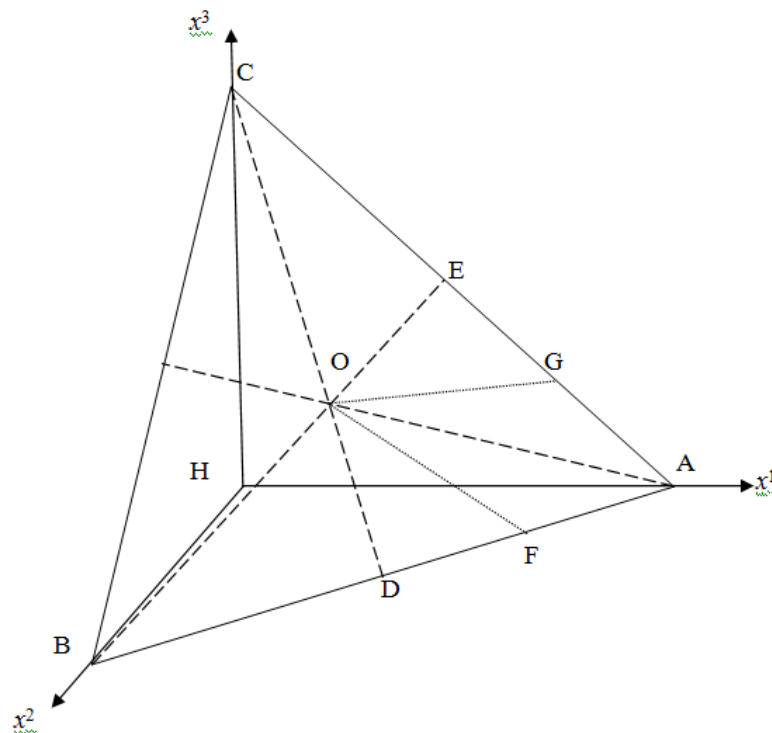


Рисунок 4.4 – К построению множеств неопределённости весовых коэффициентов трёх критериев при различных политиках сравнительной важности критериев

Для политики $3=2,1$, аналогично предыдущему, к условию (4.3) добавляются условия $x^1 \geq x^2$, $x^1 \geq x^3$,

которые вырезают из треугольника ABC четырехугольник $ADOE$, являющийся множеством неопределенности коэффициентов сравнительной важности критериев для этой политики (рисунок 4.6).

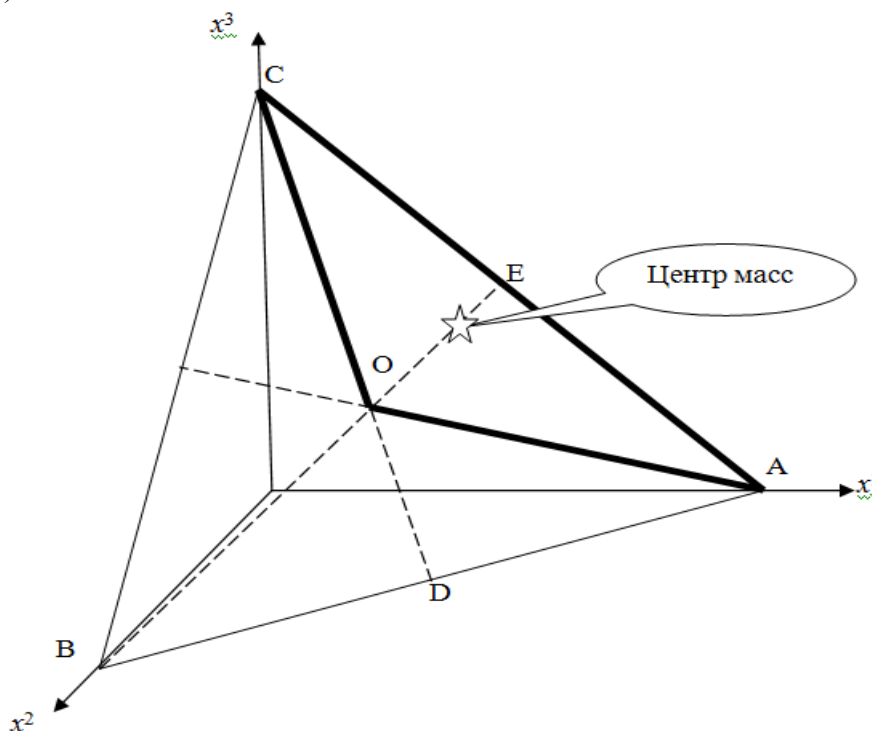


Рисунок 4.5 – К построению множества неопределённости весовых коэффициентов трёх критериев при политике сравнительной важности критериев $3=1,2$

Четырехугольник $ADOE$ состоит из двух треугольников ADO и AOE . Центр масс каждого из них лежит соответственно на медианах OF и OG на расстоянии двух третей их длины от точки O .

Уравнение медианы OF имеет вид

$$\frac{x^1 - \frac{1}{3}}{\frac{3}{4} - \frac{1}{3}} = \frac{x^2 - \frac{1}{3}}{\frac{1}{4} - \frac{1}{3}} = \frac{x^3 - \frac{1}{3}}{0 - \frac{1}{3}} = r,$$

где $0 \leq r \leq 1$ – параметр.

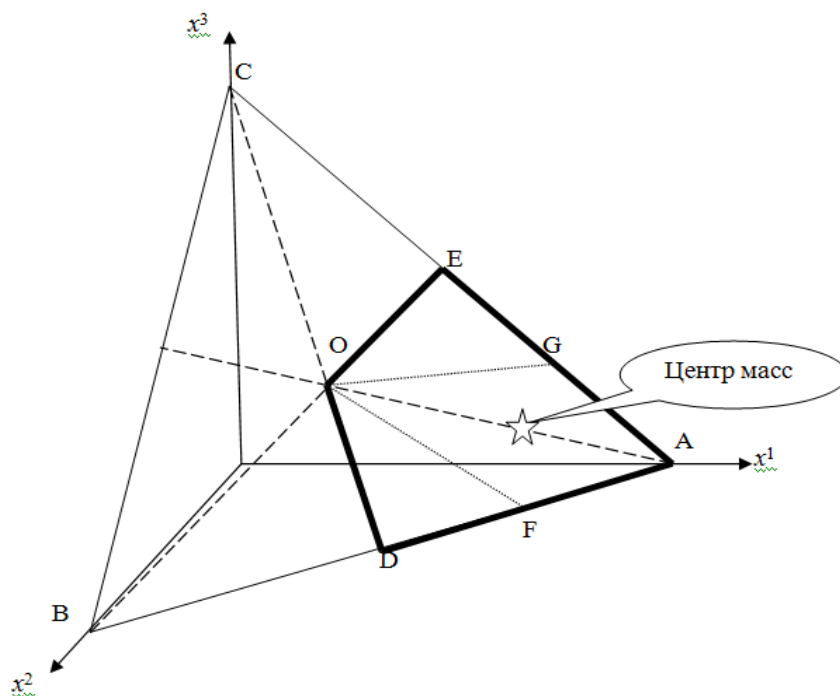


Рисунок 4.6 – К построению множества неопределённости весовых коэффициентов трех критериев при политике сравнительной важности критериев $3=2,1$

Отсюда

$$x^1 = \frac{1}{3} + \frac{5}{12}r, \quad x^2 = \frac{1}{3} - \frac{1}{12}r, \quad x^3 = \frac{1}{3} - \frac{1}{3}r,$$

и при $r = \frac{2}{3}$ окончательно $x^1 = \frac{11}{18}$, $x^2 = \frac{5}{18}$, $x^3 = \frac{2}{18}$.

Для медианы OG имеем:

$$\frac{x^1 - \frac{1}{3}}{\frac{3}{4} - \frac{1}{3}} = \frac{x^2 - \frac{1}{3}}{0 - \frac{1}{3}} = \frac{x^3 - \frac{1}{3}}{\frac{1}{4} - \frac{1}{3}} = q,$$

где $0 \leq q \leq 1$ – параметр. Тогда

$$x^1 = \frac{1}{3} + \frac{5}{12}q, \quad x^2 = \frac{1}{3} - \frac{1}{3}q, \quad x^3 = \frac{1}{3} - \frac{1}{12}q,$$

и при $q = \frac{2}{3}$ получаем $x^1 = \frac{11}{18}$, $x^2 = \frac{2}{18}$, $x^3 = \frac{5}{18}$.

Поскольку треугольники ADO и AOE конгруэнтны, т. е. совпадают при вращении вокруг оси AO , их площади равны и потому координаты центра масс четырехугольника $ADOE$ равны среднему арифметическому координат центр масс составляющих его треугольников.

Поэтому для координат центра масс множества неопределенности коэффициентов сравнительной важности критериев при рассматриваемой политике получим

$$x^1 = \frac{11}{18} \approx 0,611, \quad x^2 = \frac{7}{36} \approx 0,194, \quad x^3 = \frac{7}{36} \approx 0,194.$$

Для политики $3=1,1,1$ к условию (4.3) добавляются условия $x^1 \geq x^2, x^2 \geq x^3$, которые вырезают из треугольника ABC треугольник AOD , являющийся множеством неопределенности коэффициентов сравнительной важности критериев для этой политики (рисунок 4.7).

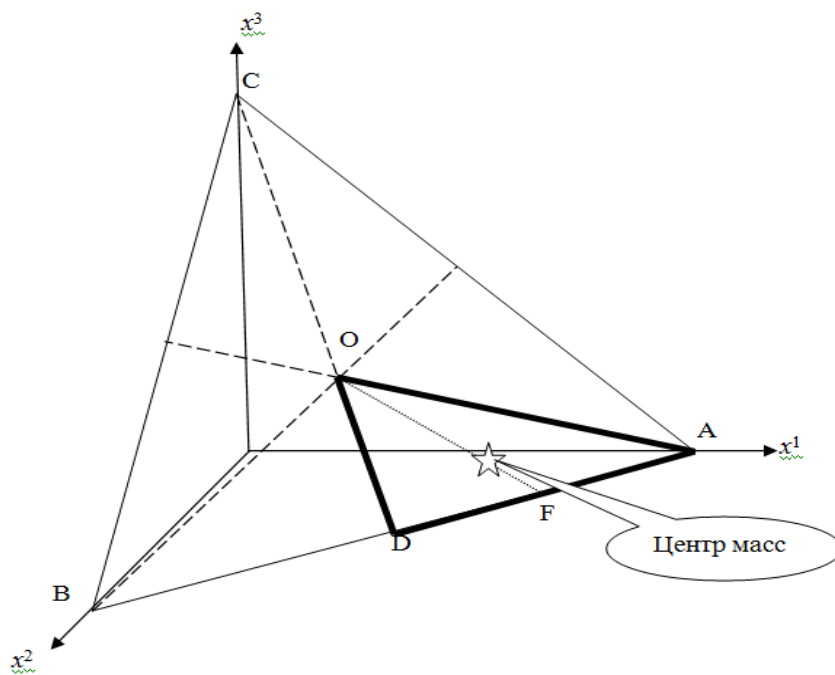


Рисунок 4.7 – К построению множества неопределённости весовых коэффициентов трех критериев при политике сравнительной важности критериев $3=1,1,1$

Его центр масс лежит на медиане OF на расстоянии двух третей ее длины от точки O . Уравнение этой медианы имеет вид

$$\frac{x^1 - \frac{1}{3}}{\frac{3}{4} - \frac{1}{3}} = \frac{x^2 - \frac{1}{3}}{\frac{1}{4} - \frac{1}{3}} = \frac{x^3 - \frac{1}{3}}{0 - \frac{1}{3}} = k,$$

где $0 \leq k \leq 1$ – параметр.

Отсюда

$$x^1 = \frac{1}{3} + \frac{5}{12}k, \quad x^2 = \frac{1}{3} - \frac{1}{12}k, \quad x^3 = \frac{1}{3} - \frac{1}{3}k,$$

и при $k = \frac{2}{3}$ получаем $x^1 = \frac{11}{18} \approx 0,611, x^2 = \frac{5}{18} \approx 0,278, x^3 = \frac{1}{9} \approx 0,111$.

Для четырех критериев возможны четыре различные политики сравнительной оценки важности критериев:

- 4=4 – все критерии равно важны;
- 4=3,1 – один критерий важнее каждого из остальных;
- 4=2,2 – два критерия эквивалентны друг другу по важности и каждый из них важнее каждого из двух прочих;
- 4=1,3 – три критерия эквивалентны друг другу по важности и каждый из них важнее оставшегося;

- 4=2,1,1 – один критерий важнее другого и каждый из них важнее каждого из двух прочих;
- 4=1,2,1 – один критерий важнее каждого из двух других и каждый из них важнее оставшегося;
- 4=1,1,2 – два критерия эквивалентны друг другу по важности и каждый из них важнее каждого из двух прочих, а из этих прочих критериев один важнее другого;
- 4=1,1,1,1 – один критерий важнее второго, второй важнее третьего, а третий важнее четвертого.

Геометрические образы множества неопределенности коэффициентов важности критериев для этих политик являются фигурами четырехмерного пространства, поэтому наглядно представить положение их центров масс невозможно. Поэтому уменьшим на единицу размерность пространства, временно исключив из рассмотрения коэффициент x^4 . Используем для этого уравнение $\sum_{j=1}^m x^j = 1$ из (4.1). Тогда множество неопределенности критериев x^1, x^2, x^3 будет описываться системой условий

$$x^j \geq 0, \quad j=1,2,3, \quad x^1 + x^2 + x^3 \leq 1, \quad (4.4)$$

к которой при различных политиках выбора будут добавляться соответствующие условия. Описываемая условиями (4.4) фигура представляет собой тетраэдр $ABCH$, показанный на рисунке 4.4. Дополнительные условия, накладываемые различными политиками, будут вырезать из него соответствующие фигуры.

Ввиду большого числа вариантов политик сравнительной оценки важности критериев, в разных случаях используем различные подходы к вычислению коэффициентов важности.

Начнем с последней политики.

Для политики 4=1,1,1,1 к условию (4.4) добавляются условия

$$x^1 \geq x^2, \quad x^2 \geq x^3, \quad x^3 \geq 1 - x^1 - x^2 - x^3.$$

Полученное множество неопределенностей показано на рисунке 4.6. Условие $x^1 \geq x^2$ вырезает из тетраэдра $ABCH$ тетраэдр $ACDH$, а условие $x^2 \geq x^3$ – тетраэдр $ABPH$. Их общей частью является тетраэдр $AODH$. Условие $x^3 \geq 1 - x^1 - x^2 - x^3$ преобразуем в вид $x^3 \geq \frac{1 - x^1 - x^2}{2}$. Оно определяет верхнюю полуплоскость плоскости, проходящей через точки A, B и точку R , делящую отрезок HC пополам.

Эта плоскость пересекает прямую HO в точке S , координаты которой задаются системой уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{x^1 - 0}{\frac{1}{3} - 0} = \frac{x^2 - 0}{\frac{1}{3} - 0} = \frac{x^3 - 0}{\frac{1}{3} - 0} = t \\ 2x_3 = 1 - x^1 - x^2 \end{array} \right\}.$$

Отсюда

$$\left\{ \begin{array}{l} x^1 = x^2 = x^3 \\ x^3 = \frac{1}{4} \end{array} \right\}$$

и, таким образом, координаты точки S суть $(\frac{1}{4}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4})$.

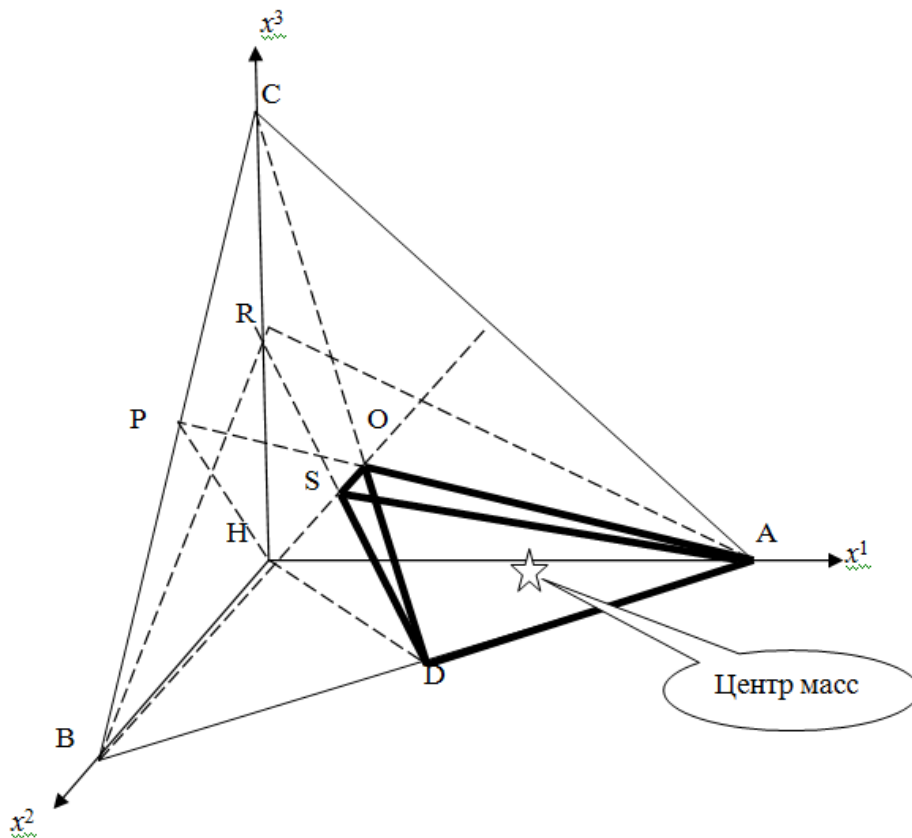


Рисунок 4.8 – К построению множества неопределённости весовых коэффициентов трех критериев при политике сравнительной важности критериев 4=1,1,1,1

Перейдем к определению центра масс этого тетраэдра. Известно, что центр масс тетраэдра лежит на прямой, соединяющей вершину тетраэдра с центром масс противоположной грани на расстоянии три четверти отрезка, считая от этой вершины.

Таким образом, множество неопределенности коэффициентов важности критериев представлено тетраэдром $ADOS$. Как показано выше для политики 3=1,1,1 координаты центра масс грани ADO равны $(\frac{11}{18}, \frac{5}{18}, \frac{1}{9})$. Поэтому уравнение отрезка, соединяющего с центром масс грани ADO вершину S таково:

$$\frac{x^1 - \frac{1}{4}}{\frac{11}{18} - \frac{1}{4}} = \frac{x^2 - \frac{1}{4}}{\frac{5}{18} - \frac{1}{4}} = \frac{x^3 - \frac{1}{4}}{\frac{1}{9} - \frac{1}{4}} = k$$

или $x^1 = \frac{1}{4} + \frac{13}{36}k$, $x^2 = \frac{1}{4} + \frac{1}{36}k$, $x^3 = \frac{1}{4} - \frac{5}{36}k$.

Подставляя $k = \frac{3}{4}$, окончательно получим $x^1 = \frac{25}{48}$, $x^2 = \frac{13}{48}$, $x^3 = \frac{7}{48}$ и $x^4 = \frac{1}{16}$.

Аналогично можно получить и остальные результаты для различных комбинаций распределения четырех критериев по группам важности, показанные в таблице 4.19.

Таблица 4.19 – Точные значения универсальных коэффициентов важности для двух, трёх и четырёх критериев в задаче принятия решения

Количество критериев	Политика выбора				Универсальные коэффициенты			
	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
2	2				1/2			
	1	1			1/4	3/4		

3	3				1/3			
	2	2			7/36	11/18		
	1	2			1/9	4/9		
	1	1	1		1/9	5/18	11/18	
4	4				1/4			
	3	1			1/6	25/48		
	2	2			5/48	19/48		
	1	3			1/16	15/48		
	2	1	1		5/48	13/48	25/48	
	1	2	1		1/16	5/24	25/48	
	1	1	2		1/16	7/48	19/48	
	1	1	1	1	1/16	7/48	132/48	25/48

4.6. Порядок применения метода МУС-УКВ

Подытожим и дополним изложенное выше. Метод МУС-УКВ используется для многокритериального сравнения различных объектов. При этом критерии могут быть как количественными, так и качественными, то есть использовать отношения порядка, например, знания: «отличные – хорошие – удовлетворительные – плохие» или климат: «жаркий – теплый – нейтральный – холодный – морозный (суровый)». Как частный случай он используется для принятия решений из набора альтернативных вариантов, когда за решение принимается вариант с наибольшим или наименьшим (в зависимости от содержательного смысла) значением комплексного критерия. Он также может использоваться для измерения комплексной эффективности какого-либо объекта при использовании двух эталонов, имеющих минимальную и максимальную эффективность, то есть устанавливающих границы шкалы измерения комплексной эффективности.

Порядок использования метода таков.

1. Записывается исходная постановка задачи в виде таблицы, в которой строки отвечают сравниваемым объектам, а столбцы – используемым для их оценки критериям. Добавляются две строки, в одной из которых указывается тип критерия (количественный или качественный), а в другой – желательное направление критерия (на минимум или на максимум).

2. Производится преобразование качественных критериев в количественные. Для этого значения качественных критериев заменяются их количественными эквивалентами по шкале, показанной в таблице 4.20.

Таблица 4.20 – Универсальные коэффициенты важности различных уровней качественных шкал

Номер уровня	Универсальные коэффициенты важности различных уровней качественных шкал								
	Число уровней качественной шкалы								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10									1
9								1	0,58
8							1	0,58	0,4
7						1	0,57	0,39	0,28
6					1	0,56	0,38	0,27	0,2
5				1	0,55	0,36	0,25	0,19	0,14
4			1	0,51	0,33	0,23	0,16	0,13	0,09
3	0	1	0,45	0,27	0,19	0,13	0,1	0,08	0,05
2	1	0,33	0,18	0,12	0,08	0,06	0,04	0,03	0,02
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Например, значениям четырехуровневой качественной шкалы знаний «отличные – хорошие – удовлетворительные – плохие» отвечают количественные значения эквивалентной шкалы 1 – 0,45 – 0,18 – 0.

3. После этого получившиеся значения критериев (они все теперь носят количественный характер) нормируются в относительной шкале от нуля до единицы. Далее ЛПР выбирает, каким он желает видеть направление комплексного критерия – на минимум или на максимум – и все получившиеся критерии преобразуются к этому направлению. Для этого значения критериев, направления которых совпадают с выбранным направлением комплексного критерия, остаются неизменными, в противном же случае они вычитаются из единицы. В результате получается однонаправленный набор нормированных критериев.

4. ЛПР формирует политику выбора, которая отражает его понимание сравнительной важности критериев для комплексной сравнительной оценки эффективности сравниваемых объектов, находит по таблицам соответствующие универсальные коэффициенты важности критериев и рассчитывает значения комплексного критерия для каждого объекта.

5. ЛПР анализирует полученный результат сравнения объектов. Если по каким-либо причинам он кажется ему недостаточно правдоподобным, ЛПР меняет постановку задачи, корректируя или обогащая ее новыми критериями или объектами, которые не были им учтены ранее, пока не получит результат, с которым он интуитивно согласен, или не согласится с полученным результатом, так как понял, что интуиция его подвела и доводы разума, заложенного в использованном методе, ее пересилили.

4.7. Самостоятельная работа «Постановка и решение задачи многокритериального выбора»

Придумай и реши методами аналитической иерархии и МУС-УКВ имеющую реальный смысл задачу принятия решения, содержащую не менее пяти критериев (причем и количественных и качественных) и семи вариантов решения. Проведи сравнительный анализ результатов и процесса решения и сделай выводы.

5. Наукометрический портрет молодого исследователя

5.1. Педагогическая концепция выявления и направляемого развития молодых исследователей в развивающей научно-образовательной среде

Исследователь – это тот человек, который ведет полноценную исследовательскую деятельность и публикует ее результаты под своим авторством. Под **молодым исследователем** мы будем понимать научно-мотивированного молодого человека, который выполняет продвинутую учебно-исследовательскую работу в специально организованной развивающей научно-образовательной среде.

В развернутом изложении, в рамках нашего учебного курса мы считаем, что **молодой исследователь** – это молодой человек в возрасте примерно от 14 до 24 лет, мотивированный на исследовательскую деятельность и проявляющий успехи в продвинутой учебно-исследовательской деятельности, имеющий индивидуального научного руководителя, индивидуального научного консультанта и самостоятельно развивающийся при направляющей поддержке методического наставника в единой научно-образовательной развивающей среде.

Насколько самостоятельна и полноценна его исследовательская деятельность? И как наилучшим для него самого и общества образом строить жизнь молодых исследователей и окружающую их научно-образовательную развивающую среду?

В этой и следующих главах мы перейдем к ответу на поставленные вопросы.

Помощь молодому исследователю состоит в том, чтобы направлять его развитие в течение школьно-вузовского периода в интересах его самого и общества, которое в нем заин-

тересовано. Для того, чтобы делать это наиболее плодотворным образом, необходимо опираться на основанную на реалиях и возможностях информационного общества педагогическую концепцию выявления и направляемого развития молодых исследователей (далее – Педагогическая концепция направляемого развития одаренности).

Она должна быть основана прежде всего на общегуманистических положениях и базовых принципах, которые изложены в «Концепции общенациональной системы выявления и развития молодых талантов», утвержденной Президентом Российской Федерации 3 апреля 2012 г. № Пр-827:

- каждый человек талантлив. Добьется ли человек успеха, во многом зависит от того, будет ли выявлен его талант, получит ли он шанс использовать свою одаренность;
- приоритет интересов личности ребенка, молодого человека, его права на свободу выбора профессии, забота о его здоровье;
- доступность и открытость;
- опора на высококвалифицированные кадры, лучшие образовательные учреждения, передовые методики обучения;
- индивидуальный подход в обучении, непрерывность и преемственность на всех уровнях образования;
- межведомственное и сетевое взаимодействие;
- общественный и профессиональный контроль;
- сочетание государственных и общественных инициатив и ресурсов.

С учетом опыта использования возможностей информационного общества в передовой практике работы с одаренной молодежью на всех уровнях системы образования, накопившегося за последнее десятилетие в частности, в Единой Самарской областной системе мер по выявлению и развитию творчески одаренной молодежи в сфере науки, техники и технологий и инновационному развитию Самарской области, к этому перечню необходимо добавить следующие принципы:

- поэтапность формирования развивающей среды;
- координация и интеграция действующих механизмов работы с творчески одаренной молодежью на платформе персонального мониторинга ее развития;
- развивающая продуктивная деятельность творчески одаренной молодежи;
- индивидуальное научное руководство исследованиями и воодушевляющая перспективная тематика;
- многолетнее целенаправленное дифференцированное индивидуальное управление развитием творчески одаренной молодежи;
- базовая развивающая программа и индивидуальные планы развития молодых исследователей.

Создание полноценной и, так сказать, кодифицированной педагогической концепции направляемого развития одаренности – дело будущего, хотя и ближайшего, тем более что динамическое изменение самого информационного общества будет требовать буквально ежегодного ее переоформления, скорее, фиксации в виде законченного текста. Но в реальном применении педагогическая концепция направляемого развития одаренности – это комплекс тех представлений, согласующихся с ее принципами, которые разделяются членами коллективных научно-методических органов, направляющих педагогическую работу с молодыми исследователями. Эти органы и являются ЛПР в смысле, использованном в главе 4. Указанные представления находят формальное выражение не в виде некоторого методологического текста, а в виде таблиц взаимовлияния, соответствия, политик выбора, которые используются в реальной оценке, планировании и организации развивающей деятельности с молодыми исследователями. Именно эти коллективы являются ЛПР в том смысле, в котором этот термин дан в главе 4. При этом важно отметить принципиальную особенность работы этих коллективов: не формальная обработка экспертных оценок, а дискуссия авторитетных специа-

листов-единомышленников, заканчивающаяся единым формализованным результатом (чаще всего, методикой, перечнем, таблицей).

Комплекс таких результатов и представляет собой педагогическая концепция развития одаренности. Таким образом, педагогических концепций направляемого развития одаренности может быть много и каждый научно-педагогический коллектив, вовлеченный в работу с одаренной молодежью, или выбирает в качестве основы какую-либо из известных педагогических концепций направляемого развития одаренности, или формирует на их основе свою собственную.

В нашем учебном курсе мы используем педагогическую концепцию направляемого развития одаренности, которая сформировалась к настоящему времени в Самарском филиале МГПУ учеными, группирующимися вокруг межвузовской лаборатории информационных образовательных технологий, около двух десятков докторов и кандидатов наук. Далее будем сокращенно именовать ее Самарской концепцией направляемого развития одаренности.

5.2. Основные исходные данные для расчета наукометрического портрета

Перечислим основные наукометрические характеристики исследовательской деятельности молодого исследователя, представленные в главах 2, 3:

- личные данные;
- исследовательская квалификация;
- исследовательская мотивация;
- наиболее значимые психологические свойства личности;
- кругозор и социализация;
- эрудиция;
- интеллект;
- креативность.

Они перечислены в порядке их консервативности в отношении к изменениям и возможности их развития в процессе продвинутой учебно-исследовательской деятельности. Наибольшее внимание мы уделяем первым четырем характеристикам, обладающим большей динамичностью, что предопределяет большие возможности воздействия на них с использованием наукометрических, и потому более сложных для освоения, интеллектуальных информационных технологий, оставляя остальные в основном на рассмотрение в других учебных курсах.

Для создания значительной части наукометрического портрета в учебном курсе используется специальная программа. Используемый в ней для построения наукометрического портрета перечень исходных данных приведен в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Исходные данные для формирования наукометрического портрета молодого исследователя

Вопросы		Ответы		
Личные данные	Ф. И. О.			
	Курс			
	E-mail			
	Дата			
Название направления обучения				
Название выбранного направления творческой деятельности				
Тема научно-исследовательской работы				

	Результат НИР	Оценка уровня	Оценка Качест-	Уровень само-
Внеси оценки твоей научно-исследовательской работы по 15 критериям	1. Характер работы			
	2. Актуальность направления, в котором выполнен проект, в соответствии с авторитетными перечнями			
	3. Связь работы с исследовательской и методической деятельностью научного консультанта			
	4. Связь работы с исследовательской и методической деятельностью руководителя			
	5. Практическая значимость			
	6. Имеется обзор проблематики по направлению, в котором выполнена работа			
	7. Имеется обзор литературы по теме работы			
	8. Освоены дополнительные знания, умения, навыки сверх школьной программы			
	9. Используются специальные теоретические методы			
	10. Используются специальные прикладные (экспериментальные) методы и методики			
	11. Разработаны и реализованы специальные средства для выполнения работы			
	12. Проводится многопараметрическое качественное исследование объекта (процесса)			
	13. Получены новые научные результаты			
	14. Имеются оригинальные идеи			
	15. Качество оформления работы			
Оцени степень твоей самостоятельности в выполнении отдельных составляющих этого проекта (1 – выполнено в основном руководителем, 2 – совместно с руководителями, 3 – в основном сам)	1. Поиск и предложение тематики проекта			
	2. Постановка задачи			
	3. Формирование ключевой идеи, разработка плана работы			
	4. Выбор, освоение и реализация необходимых средств			
	5. Реализация отдельных элементов плана работы			
	6. Синтез отдельных элементов работы в целостный проект			
	7. Оформление проекта			
	8. Внедрение в практику, защита			
	9. Внутренний критический анализ хода работы и ее результатов			

	Название вида деятельности	Моти- вирует	Важна	
<p>Оцени, насколько вид деятельности тебя мотивирует (2 – очень увлекает, 1 – занимаюсь с интересом, 0 – как обычная деятельность, -1 – делаю, потому что нужно, -2 – вызывает скуку и желание бросить) и важна для успешной деятельности по выбранному направлению (1 – обычны, 2 – важные, 3 – наиболее важные, не более 3–4 в каждой группе)</p>	1. Поиск и предложение тематики проекта			
	2. Постановка задачи			
	3. Формирование ключевой идеи, разработка плана работы			
	4. Выбор, освоение и реализация необходимых средств			
	5. Реализация отдельных элементов плана работы			
	6. Синтез отдельных элементов работы в целостный проект			
	7. Оформление проекта			
	8. Внедрение в практику, защита			
	9. Внутренний критический анализ хода работы и ее результатов			
<p>Внеси характеристики твоего кругозора и социализации (1 – средний балл; 12 и 13 – количество полных месяцев работы, 14 – количество дипломов, 15 – количество коллективов)</p>	1. Академическая успешность			
	2. Количество международных сертификатов			
	3. Количество форм дополнительного образования			
	4. Количество статей в РИНЦ			
	5. Количество статей из Перечня ВАК			
	6. Количество статей в Scopus, Web of Science			
	7. Количество докладов на отечественных мероприятиях			
	8. Количество наград на отечественных мероприятиях			
	9. Количество докладов на международных мероприятиях			
	10. Количество наград на международных мероприятиях			
	11. Количество авторских свидетельств, патентов			
	12. Трудовая деятельность по профилю			
	13. Трудовая деятельность не по профилю			
	14. Лидерские качества			
	15. Организационные качества			
<p>Пройди онлайн-тестирование (тест Кеттела) по ссылке https://onlinetestpad.com/ru/t</p>	Фактор А			
	Фактор В			
	Фактор С			
	Фактор Е			

est/2-16pf-test-kettella-forma-a-187-voprosov Затем впиши напротив каждого фактора полученный СТЕН	Фактор F			
	Фактор G			
	Фактор H			
	Фактор I			
	Фактор L			
	Фактор M			
	Фактор N			
	Фактор O			
	Фактор Q1			
	Фактор Q2			
	Фактор Q3			
	Фактор Q4			
	Фактор F1			
	Фактор F2			
Фактор F3				
Фактор F4				
Пройди онлайн-тестирование (тест Климова) по ссылке https://www.profguide.io/test/klimov.html?p=1188%2f и введи результаты	1. Человек – природа			
	2. Человек – техника			
	3. Человек – человек			
	4. Человек – знаковая система			
	5. Человек – художественный образ			
Введи средний балл успеваемости (средняя оценка по 5-балльной шкале, умноженная на 20)				
Пройди тест Кирюкова на способность к синтетическому мышлению https://mgpu-my.sharepoint.com/:f/g/personal/kirukov_mgpu_ru/EpttIMEvJ3RB1I2jsA7pTi4BDIuyqZcmHIQ8atEBw1QFA и введи результат (балл)				
Оцени, насколько тебя интересуют указанные направления творческой деятельности (совсем не интересует – 0, слабо интересует – 1, интересует – 2, особо интересует – 3) и впиши полученные, не указывая символ процента %	Математика			
	Информатика			
	Психология			
	Экономика			
	Юриспруденция			
	Регионоведение			
	Реклама и связи с общественностью			
	Педагогические науки			
	Психолого-педагогические науки			
	Лингвистика			
	Социология			
	Менеджмент и управление персоналом			

Оцени справедливость, применительно к тебе, ряда высказываний. Варианты ответов и их коды: Уверенно да – код 2 Скорее да – код 1 Не знаю – код 0 Скорее, нет – код -1 Уверенно нет – код -2	Литература в школе была одним из ваших любимых предметов			
	Математика в школе была одним из ваших любимых предметов			
	Вы любите разгадывать кроссворды			
	Вы любите играть в шахматы			
	Вы человек азартный			
	Вы человек общительный, легко сходитесь с незнакомыми людьми			
	Вы стремитесь планировать свою деятельность и, как правило, выполняете свой план			
	Вы часто мечтаете, фантазируете			
	Вы душа компании			
	Вы активно ищете применение своим силам на рынке труда			
	Вы уже сменили несколько рабочих мест, стремясь к лучшему			
	В споре вы стремитесь обосновать свою точку зрения логическими доводами			
	Вас можно назвать старательным человеком			
	Вы стремитесь всегда выполнять свои обещания			
	Свои курсовые работы, сайты вы стараетесь оформить как можно красивее			
	Вы считаете, что оформление своей работы не имеет особого значения – был бы стоящий результат			
	Вы легко излагает свои мысли			
	Вас считают красноречивым человеком			
	Вы всегда доводите начатое дело до конца			
	Вас можно считать застенчивым человеком			
	Вы считаете, что мечтать – пустое занятие, важно делать конкретные дела			
	Вам нравятся детективы, интересно следить, как разрозненные улики складываются в единую картину			
	Вы любите разгадывать загадки			
	Вы помните много анекдотов и с удовольствием их рассказываете			
	Если что-то не получилось с первого раза, вы стремитесь добиться результата снова и снова			
	Вы человек настойчивый			
	Вы человек упрямый			
	Вы легко излагаете свои мысли в разговоре и на бумаге			
	Вы человек усидчивый			

Разобраться в столь огромном объеме данных и сознательно строить на его основе оптимальную стратегию своего собственного творческого развития без интегрирования их в ограниченное число сводных творческих характеристик невозможно.

Поэтому с состав наукометрического портрета включены следующие сводные характеристики:

- общий и профессиональный исследовательский и психологический индексы;
- общий индекс творческого развития;
- профессиональный индекс творческого развития;
- индекс приоритетности избранного направления творческой деятельности;
- творчески рейтинг в общей референтной группе;
- творческий рейтинг в профессиональной референтной группе.

Для их расчета используется метод МУС-УКВ, описанный в главе 4. Чтобы пояснить его использование, рассмотрим в следующем разделе более подробно наукометрический анализ результатов научно-исследовательской работы.

5.3. Наукометрический анализ научно-исследовательской работы

5.3.1. Расчет творческого индекса научно-исследовательской работы

Выполнение научно-исследовательских работ возрастающей творческой сложности является основным механизмом развития творческих способностей молодого исследователя. Для того чтобы наиболее эффективным образом направлять эту деятельность, необходимо иметь возможность объективно и полноценно оценивать творческий уровень ее результата в виде некоторого числа – творческого индекса работы, чтобы обеспечивать его планомерное повышение от работы к работе. Описанный в главе 4 математический аппарат позволяет решить эту задачу.

В основе расчета творческого индекса научно-исследовательской работы лежит ее оценка по 15 критериям, представленным в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Пример оценки результатов научно-исследовательской работы

Критерии оценки результатов научно-исследовательской работы	Уровень результата в оцениваемой НИР
1. Тип результатов	4
2. Результаты являются частью НИР руководителя, научной группы кафедры, вуза	2
3. Результаты относятся к перспективному направлению науки, техники, технологий	3
4. Направлена (подготовлена) публикация в научной печати	2
5. Результаты внедрены или подготовлены к внедрению в сторонних организациях	2
6. Представлен глубокий обзор научной проблематики	1
7. Используются теоретические методы (математические, понятийный аппарат социально-гуманитарного научного познания)	4
8. Получены новые научные результаты	4
9. Имеются собственные оригинальные идеи участника	4
10. Имеется глубокий анализ литературы (по авторам и времени)	4
11. Используются/разработаны специальные технологии проведения исследований	1
12. Масштабность предполагаемых последствий полной реализации работы	3
13. Масштабность проведенного исследования	2
14. Качество оформления представленных результатов	4

15. Качество доклада и ответов на вопросы при защите работы	3
Среднее значение	2,87

При ее рассмотрении каждый из этих критериев оценивается самим автором или экспертами по качественной шкале, уровни которой обозначаются цифрами от 0 до 5. Непосредственно использовать эти числа (скажем, вычисляя их среднее значение по всем критериям), конечно, нельзя, так как они являются не числами в арифметическом понимании этого слова, а лишь кодами, обозначающими уровни оценки. Хотя некоторое представление о творческом уровне работы такое среднее значение, равное в рассматриваемом примере 2,87, дает, так как более высоким оценкам будет соответствовать и более высокое значение этого числа.

Поэтому первый шаг состоит в том, чтобы заменить коды уровней их числовыми эквивалентами из таблицы 4.20. Они повторно приведены в таблице 5.3, а сами эквивалентные значения критериев показаны в таблице 5.4.

Таблица 5.3 – Уровни и эквивалентные им числовые оценки критериев

Уровень оценки значения критерия	0	1	2	3	4	5
Универсальный коэффициент важности	0	0,08	0,19	0,33	0,55	1

После этого можно было бы принять за творческий индекс оцениваемой работы среднее арифметическое значение числовых эквивалентов всех 15 критериев. Среднее значение числовых эквивалентов оценок равно 0,3473. Чтобы иметь возможность сравнивать его с привычной пятибалльной оценкой, необходимо умножить его на 5. Тогда измеренный таким образом творческий индекс НИР составит 1,74. Сравнивая его с предыдущей оценкой видно, насколько неверна методика арифметического суммирования номеров уровней по сравнению с более обоснованным подходом.

Таблица 5.4 – Замена уровневых оценок результатов НИР их числовыми эквивалентами

Критерии оценки результатов научно-исследовательской работы	Уровень оценки	Числовой эквивалент оценки
1. Тип результатов	4	0,55
2. Результаты являются частью НИР руководителя, научной группы кафедры, вуза	2	0,19
3. Результаты относятся к перспективному направлению науки, техники, технологий	3	0,33
4. Направлена (подготовлена) публикация в научной печати	2	0,19
5. Результаты внедрены или подготовлены к внедрению в сторонних организациях	2	0,19
6. Представлен глубокий обзор научной проблематики	1	0,08
7. Используются теоретические методы (математические, понятийный аппарат социально-гуманитарного научного познания)	4	0,55
8. Получены новые научные результаты	4	0,55
9. Имеются собственные оригинальные идеи участника	4	0,55

10. Имеется глубокий анализ литературы (по авторам и времени)	4	0,55
11. Используются/разработаны специальные технологии проведения исследований	1	0,08
12. Масштабность предполагаемых последствий полной реализации работы	3	0,33
13. Масштабность проведенного исследования	2	0,19
14. Качество оформления представленных результатов	4	0,55
15. Качество доклада и ответов на вопросы при защите работы	3	0,33
Среднее значение	2,87	0,3473
Творческий индекс, приведенный к 5-бальной систем	-	1,74

Однако на этом нельзя остановиться. Вычисление в качестве творческого индекса НИР среднего значения оценок критериев означает, что с точки зрения творческого уровня все пятнадцать критериев имеют одинаковую значимость. Безусловно, это не так, поскольку, например, оформление результатов работы (критерий 14), безусловно, менее значимо, чем ее исследовательский характер (критерий 1). Метод МУС-УКВ позволяет легко учесть это соображение: достаточно ЛПР указать правильную с методических позиций политику выбора применительно к 15 критериям, лежащим в основе комплексного критерия – творческого индекса работы, например как показано в таблице 5.5. В ее втором столбце показаны номера групп важности, к которым отнесены соответствующие критерии; всего рассматриваются три группы важности.

Таблица 5.5 – Учет сравнительной важности критериев при расчете творческого индекса научно-исследовательской работы

Критерии оценки результатов научно-исследовательской работы	Уровень оценки важности критерия	Число-вой эквивалент
1. Тип результатов	3	0,1368
2. Результаты являются частью НИР руководителя, научной группы кафедры, вуза	2	0,0416
3. Результаты относятся к перспективному направлению науки, техники, технологий	1	0,0083
4. Направлена (подготовлена) публикация в научной печати	1	0,0083
5. Результаты внедрены или подготовлены к внедрению в сторонних организациях	2	0,0416
6. Представлен глубокий обзор научной проблематики	2	0,0416
7. Используются теоретические методы (математические, понятийный аппарат социально-гуманитарного научного познания)	3	0,1368
8. Получены новые научные результаты	3	0,1368
9. Имеются собственные оригинальные идеи участника	2	0,0416

10. Имеется глубокий анализ литературы (по авторам и времени)	2	0,0416
11. Используются/разработаны специальные технологии проведения исследований	2	0,0416
12. Масштабность предполагаемых последствий полной реализации работы	3	0,1368
13. Масштабность проведенного исследования	3	0,1368
14. Качество оформления представленных результатов	2	0,0416
15. Качество доклада и ответов на вопросы при защите работы	1	0,0083
Сумма	-	1,0001
Общее количество критериев	15	
Количество критериев первой группы важности	3	0,0083
Количество критериев первой группы важности	7	0,0416
Количество критериев первой группы важности	5	0,1368

Для описания политики выбора, которая отвечает такой расстановке приоритетов различных критериев, в четырех нижних строках таблицы 5.5 приведены результаты соответствующих подсчетов. Если прочитать сверху вниз числа, стоящие во втором столбце этих строк, мы увидим политику выбора. Ее код: **15=3,7,5**. Из таблицы 4.17 находим универсальные коэффициенты важности, отвечающие этой политике. Для нее это: 0,0083; 0,0416; 0,1368. Их использование позволяет заполнить последний столбец таблицы 5.4.

Теперь творческий индекс НИР рассчитывается как сумма произведений УКВ, отвечающих значимостям критериев, и УКВ, отвечающие значимостям уровней оценки этих критериев в оцениваемой научно-исследовательской работе (таблица 5.4). Эта сумма равна 0,3948. Удобно для содержательного анализа разделить ее на количество критериев и принять окончательно этот результат за творческий индекс НИР. Он равен 0,3948, или – приведенный к 5-балльной системе – равен 1,974.

Заметим, что он оказался выше, чем творческий индекс, рассчитанный в предположении одинаковой важности результатов НИР. Это отражает тот факт, что более высокие оценки пришлось на более важные результаты НИР

Таблица 5.6 – Пример расчета творческого индекса научно-исследовательской работы с учетом различной важности критериев

Критерии оценки результатов научно-исследовательской работы	УКВ результата в оцениваемой НИР	УКВ критериев	Произведение ст. 2* ст. 4
1. Тип результатов	0,55	0,1368	0,0752
2. Результаты являются частью НИР руководителя, научной группы кафедры, вуза	0,19	0,0416	0,0079

3. Результаты относятся к перспективному направлению науки, техники, технологий	0,33	0,0083	0,0027
4. Направлена (подготовлена) публикация в научной печати	0,19	0,0083	0,0016
5. Результаты внедрены или подготовлены к внедрению в сторонних организациях	0,19	0,0416	0,0079
6. Представлен глубокий обзор научной проблематики	0,08	0,0416	0,0033
7. Используются теоретические методы (математические, понятийный аппарат социально-гуманитарного научного познания)	0,55	0,1368	0,0752
8. Получены новые научные результаты	0,55	0,1368	0,0752
9. Имеются собственные оригинальные идеи участника	0,55	0,0416	0,0229
10. Имеется глубокий анализ литературы (по авторам и времени)	0,55	0,0416	0,0229
11. Используются / разработаны специальные технологии проведения исследований	0,08	0,0416	0,0033
12. Масштабность предполагаемых последствий полной реализации работы	0,33	0,1368	0,0451
13. Масштабность проведенного исследования	0,19	0,1368	0,026
14. Качество оформления представленных результатов	0,55	0,0416	0,0229
15. Качество доклада и ответов на вопросы при защите работы	0,33	0,0083	0,0027
Сумма	5,21	1	0,3948
Среднее значение	0,3473	-	-
Творческий индекс	0,3473	-	0,3948
Творческий индекс, приведенный к 5-бальной систем	1,74	-	1,974

При учете различной важности результатов деятельность молодого исследователя может принять более целеустремленный, субъектный, развивающий характер. Зная творческий индекс своей ранее выполненной исследовательской работы, он при обсуждении очередной работы со своим руководителем и консультантом содержательно анализирует, какую оценку сможет получить при ее защите по 15 критериям и насколько это повысит ее творческий индекс в контексте творческих индексов победителей предыдущего конкурсного мероприятия. Одновременно становится более конкретной и, в хорошем смысле слова, формализуемой стратегическая деятельность руководителей всей системы работы с молодыми исследователями. Обретают четкую форму политик выбора их научно-методические взгляды на структуру развивающей деятельности и ценность отдельных ее составляющих. В наиболее полной степени эти возможности раскрываются в следующей главе при формировании наукометрического портрета молодого исследователя и целостной системы его развития в научно-образовательной развивающей среде.

Отметим, что рассчитанный выше творческий индекс НИР не учитывает степень личного вклада молодого исследователя в отдельные составляющие результата НИР. Метод МУС-УКВ позволяет легко учесть это соображение.

Для этого следует лишь указать по каждому из 15 результатов НИР уровень самостоятельности молодого исследователя (например, 0 – результата нет или целиком выполнен руководителем 1 – в основном руководителем, 2 – совместно с руководителем, 3 – в основном самостоятельно автором). Соответствующие УКВ равны (по таблице 4.20) 0; 0,18; 0,45; 1. С использованием такого подхода творчески 1 индекс НИР с учетом личного вклада автора равен будет равен 0,557 (см. таблицу 5.7). Именно эта величина характеризует исследовательскую квалификацию автора в той мере, в которой она проявилась в оцениваемой НИР.

Таблица 5.7 – Расчет творческого индекса научно-исследовательской работы с учетом различной важности результатов и личного вклада автора

Критерии оценки результатов научно-исследовательской работы	Последний столбец из таблицы 5.5	Уровень самостоятельности автора НИР	УКВ уровня самостоятельности автора	Произведение ст. 2* ст. 4
1	2	3	4	5
1. Тип результатов	0,0752	1	0,18	0,01354
2. Результаты являются частью НИР руководителя, научной	0,0079	1	0,18	0,00142
3. Результаты относятся к перспективному направлению науки, техники, технологий	0,0027	0	0	0
4. Направлена (подготовлена) публикация в научной печати	0,0016	2	0,45	0,00072
5. Результаты внедрены или подготовлены к внедрению в сторон-	0,0079	1	0,18	0,00142
6. Представлен глубокий обзор научной проблематики	0,0033	1	0,18	0,00059
7. Используются теоретические методы (математические, поня-	0,0752	1	0,18	0,01354
8. Получены новые научные результаты	0,0752	1	0,18	0,01354
9. Имеются собственные оригинальные идеи участника	0,0229	2	0,45	0,01031
10. Имеется глубокий анализ литературы (по авторам и времени)	0,0229	3	1	0,0229
11. Используются/разработаны специальные технологии прове-	0,0033	1	0,18	0,00059
12. Масштабность предполагаемых последствий полной реали-	0,0451	1	0,18	0,00812
13. Масштабность проведенного исследования	0,026	2	0,45	0,0117
14. Качество оформления представленных результатов	0,0229	2	0,45	0,01031
15. Качество доклада и ответов на вопросы при защите работы	0,0027	3	1	0,0027

Сумма	0,3948	-	-	0,11139
Творческий индекс	0,3948			0,11139
Творческий индекс, приведенный к 5-бальной систем	1,974			0,55695

Еще одно соображение связано с тем, что оценка качества результата НИР – хоть самим автором, хоть квалифицированными экспертами – всегда происходит применительно к пониманию результата в контексте референтной группы присутствия автора, чаще всего – применительно к уровню его исследовательской деятельности. Для молодых исследователей это первый из четырех рассматриваемых нами уровней – начальный уровень, за которым следуют уровни задач, проблем и направлений. Молодому исследователю интересно оценить, как смотрится творчески индекс его исследовательской работы по сравнению с работами, которые оцениваются в старших исследовательских категориях аналогичными уровневыеми оценками. Такую приближенную оценку также можно дать, используя метод МУС-УКВ. По таблице 4.20 этим четырем уровням отвечают УКВ 0,12; 0,27; 0,51; 1. Соответственно, коэффициент уменьшения творческого индекса одинаково оцененной НИР с позиций более высокого уровня будет пропорционален отношению УКВ начального уровня к УКВ более высокого уровня. Тогда творческий индекс работы, естественно при полной самостоятельности ее автора, составит в контексте уровня задач $\frac{0,12}{0,27} * 1,974 = 0,877$, уровня проблем

$$\frac{0,12}{0,51} * 1,974 = 0,464, \text{ а уровня направлений } \frac{0,12}{1} * 1,974 = 0,237.$$

Результаты проведенных расчетов творческого индекса НИР сведены в таблицу 5.8.

Таблица 5.8 – Результаты расчет творческого индекса НИР в контексте оценок референтной группы присутствия (5-балльная количественная шкала)

Творческий индекс НИР	Значение
На начальном уровне исследовательской деятельности	
– базовый индекс	1,74
– с учетом различной важности отдельных видов результатов	1,974
– с учетом различной важности отдельных видов результатов и уровня самостоятельности автора в работе	0,557
На более высоких уровнях исследовательской деятельности с учетом полной самостоятельности автора	
– на уровне задач	0,877
– на уровне проблем	0,464
– на уровне направлений	0,237

5.3.2. Расчет структуры и индекса сформированности исследовательских компетенций

Оценка выполненной научно-исследовательской работы позволяет рассчитать, в какой мере ее результат свидетельствует о потребовавшихся для него исследовательских компетенциях автора и тем самым выявить структуру его исследовательских компетенций. Для этого должна быть сформирована таблица степень важности отдельных исследовательских компетенций для получения различных исследовательских результатов. Такая таблица (5.9)

была разработана коллективом межвузовской лаборатории цифровых образовательных технологий СФ МГПУ в 2020 году.

В таблице 5.9 строки с номерами с 1 до 15 отвечают на вопрос, поставленный в названии таблицы, указывая группу важности результата (1 – обычный, 2 – важный, 3 – особенно важный). Строки с номерами с 16 по 19, читаемые в каждом столбце сверху вниз, указывают соответствующую политику выбора для расчета уровня сформированности соответствующей столбцу исследовательской компетенции как комплексного критерия (см. главу 4).

На основе таблицы 5.9 строится таблица 5.10, содержащая в каждом столбце вместо номеров групп важности соответствующие им УКВ.

Как и таблица 5.9, таблица 5.10 носит универсальный характер. Используя ее, по оценкам научно-исследовательской работы можно получить оценку степени сформированности у ее автора каждой исследовательской компетенции как сумму произведений коэффициентов важности критериев соответствующего столбца на значения этих критериев. Будем называть ее индексом сформированности исследовательской компетенции.

Таблица 5.9 – В какой степени отдельные результаты выполненной НИР отражают проявленные при ее выполнении исследовательские компетенции автора

№	КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ПРОЕКТА	1. Поиск тематики	2. Постановку	3. Формирование ключевой идеи	4. Выбор, освоение и реализацию	5. Реализацию отдельных элементов	6. Синтез решения	7. Оформление решения,	8. Ввод в научный обиход,	9. Внутренний критический анализ
1	Тип результатов	3	2	3	1		1		1	2
2	Результаты являются частью НИР руководителя, научной группы кафедры, вуза	1	1		2	1	3		2	
3	Результаты относятся к перспективному направлению науки, техники, технологий	2	1	3	1	1			2	
4	Направлена (подготовлена) публикация в научной печати	1		1			1		3	
5	Результаты внедрены или подготовлены к внедрению в сторонних организациях	1		1			1		3	
6	Представлен глубокий обзор научной проблематики	3	2		1				1	
7	Используются теоретические методы (математические, понятийный аппарат социально-гуманитарного научного познания)		2	3	3	2	1			

8	Получены новые научные результаты	2	3	3	2	1	2		1	3
9	Имеются собственные оригинальные идеи участника	2	1	3	1	3	2			1
10	Имеется глубокий анализ литературы (по авторам и времени)				3	2				
11	Используются/разработаны специальные технологии проведения исследований			2	1	3	3			2
12	Масштабность предполагаемых последствий полной реализации работы	1	1	2		1				3
13	Масштабность проведенного исследования		2			1				3
14	Качество оформления представленных результатов							2	2	
15	Качество доклада и ответов на вопросы при защите работы							1	3	
16	Количество факторов, влияющих на компетенцию	9	9	9	9	9	8	2	9	6
17	Количество факторов 1-й группы важности	4	4	2	5	5	4	1	3	1
18	Количество факторов 2-й группы важности	3	4	2	2	2	2	1	3	2
19	Количество факторов 3-й группы важности	2	1	5	2	2	2	0	3	3
20	Универсальный коэффициент важности для факторов 1-й группы	0,032	0,032	0,019	0,042	0,042	0,042	0,25	0,025	0,028
21	Универсальный коэффициент важности для факторов 2-й группы	0,122	0,147	0,045	0,142	0,142	0,141	0,75	0,085	0,078
22	Универсальный коэффициент важности для факторов 3-й группы	0,253	0,285	0,174	0,253	0,253	0,275	0	0,224	0,272

Таблица 5.10 – Универсальные коэффициенты важности, отражающие степень зависимости результатов НИР от исследовательской квалификации ее автора

Критерии оценки результатов проекта	1. Поиск тематики	2. Постановка проблемы	3. Формирование ключевой идеи	4. Подготовка к реализации плана работ	5. Реализация отдельных частей плана работ	6. Синтез решения проблемы	7. Оформление решения проблемы	8. Ввод решения в научный обиход	9. Внутренний критический анализ
1. Тип результатов	0,253	0,147	0,174	0,042	0	0,042	0	0,025	0,078
2. Результаты являются частью НИР руководителя, научной группы ка-	0,032	0,032	0	0,142	0,042	0,275	0	0,085	0

Федры, вуза									
3. Результаты относятся к перспективному направлению науки, техники, технологий	0,122	0,032	0,174	0,042	0,042	0	0	0,085	0
4. Направлена (подготовлена) публикация в научной печати	0,032	0	0,019	0	0	0,042	0	0,224	0
5. Результаты внедрены или подготовлены к внедрению в сторонних организациях	0,032	0	0,019	0	0	0,042	0	0,224	0
6. Представлен глубокий обзор научной проблематики	0,253	0,147	0	0,042	0	0	0	0,025	0
7. Используются теоретические методы (математические, понятийный аппарат социально-гуманитарного научного познания)	0	0,147	0,174	0,253	0,142	0,042	0	0	0
8. Получены новые научные результаты	0,122	0,285	0,174	0,142	0,042	0,141	0	0,025	0,272
9. Имеются собственные оригинальные идеи участника	0,122	0,032	0,174	0,042	0,253	0,141	0	0	0,028
10. Имеется глубокий анализ литературы (по авторам и времени)	0	0	0	0,253	0,142	0	0	0	0
11. Используются / разработаны специальные технологии проведения исследований	0	0	0,045	0,042	0,253	0,275	0	0	0,078
12. Масштабность предполагаемых последствий полной реализации работы	0,032	0,032	0,045	0	0,042	0	0	0	0,272
13. Масштабность проведенного исследования	0	0,147	0	0	0,042	0	0	0	0,272
14. Качество оформления представленных результатов	0	0	0	0	0	0	0,75	0,085	0
15. Качество доклада и ответов на вопросы при защите работы	0	0	0	0	0	0	0,25	0,224	0

Пример показан в таблице 5.11 для расчета индекса сформированности компетенции «Поиск тематики». Эта таблица строится на основе таблиц 5.6 и 5.9.

В таблице 5.12 показан полный расчет структуры исследовательских компетенций. Поскольку на практике пользоваться очень малыми величинами психологически неудобно, для измерения индекса сформированности исследовательских компетенций введем новую единицу: квалификационный балл (кб), равный сотой доле от одного балла пятибалльной числовой шкалы. Результаты, измеренные в нем, показаны в последней строке таблицы 5.12 и на рисунке 5.1.

Таблица 5.11 – Пример расчет уровня сформированности компетенции «Поиск тематики»

Критерии оценки результатов научно-исследовательской работы	Оценки результата НИР с учетом личного вклада автора (ст.5 табл. 5.7)	Коэффициенты важности результата для оценки сформированности компетенции «Поиск тематики». Соответствующий столбец таблицы 5.10)	Ст. 2 * ст. 3
1. Тип результатов	0,0135	0,253	0,003426
2. Результаты являются частью НИР руководителя, научной группы кафедры, вуза	0,0014	0,032	0,000045
3. Результаты относятся к перспективному направлению науки, техники, технологий	0	0,122	0
4. Направлена (подготовлена) публикация в научной печати	0,0007	0,032	0,000023
5. Результаты внедрены или подготовлены к внедрению в сторонних организациях	0,0014	0,032	0,000045
6. Представлен глубокий обзор научной проблематики	0,0006	0,253	0,000149
7. Используются теоретические методы (математические, понятийный аппарат социально-гуманитарного научного познания)	0,0135	0	0
8. Получены новые научные результаты	0,0135	0,122	0,001652
9. Имеются собственные оригинальные идеи участника	0,0103	0,122	0,001258
10. Имеется глубокий анализ литературы (по авторам и времени)	0,0229	0	0
11. Используются / разработаны специальные технологии проведения исследований	0,0006	0	0
12. Масштабность предполагаемых последствий полной реализации работы	0,0081	0,032	0,00026
13. Масштабность проведенного исследования	0,0117	0	0
14. Качество оформления представленных результатов	0,0103	0	0
15. Качество доклада и ответов на вопросы при защите работы	0,0027	0	0
Сумма	0,1114	1	0,00686
Индекс сформированности компетенции в 5-балльной числовой шкале	0,557		0,0343

Таблица 5.12 –Расчет индекса сформированности исследовательских компетенций по результатам многокритериальной оценки выполненной НИР в пятибалльной числовой шкале

Критерии оценки результатов проекта	Оценки результата НИР с учетом личного вклада автора (ст.5 табл. 5.6)	Исследовательские компетенции								
		1. Поиск тематики	2. Постановка проблемы	3. Формирование ключевой идеи	4. Подготовка к реализации плана работ	5. Реализация отдельных частей плана работ	6. Синтез решения проблемы	7. Оформление решения проблемы	8. Ввод решения в научный обиход	9. Внутренний критический анализ
1. Тип результатов	0,0135	0,253	0,147	0,174	0,042	0	0,042	0	0,025	0,078
2. Результаты являются частью НИР руководителя, научной группы кафедры, вуза	0,0014	0,032	0,032	0	0,142	0,042	0,275	0	0,085	0
3. Результаты относятся к перспективному направлению науки, техники, технологий	0	0,122	0,032	0,174	0,042	0,042	0	0	0,085	0
4. Направлена (подготовлена) публикация в научной печати	0,0007	0,032	0	0,019	0	0	0,042	0	0,224	0
5. Результаты внедрены или подготовлены к внедрению в сторонних организациях	0,0014	0,032	0	0,019	0	0	0,042	0	0,224	0
6. Представлен глубокий обзор научной проблематики	0,0006	0,253	0,147	0	0,042	0	0	0	0,025	0
7. Используются теоретические методы (математические, понятийный аппарат социально-гуманитарного научного познания)	0,0135	0	0,147	0,174	0,253	0,142	0,042	0	0	0
8. Получены новые научные результаты	0,0135	0,122	0,285	0,174	0,142	0,042	0,141	0	0,025	0,272

9. Имеются собственные оригинальные идеи участника	0,0103	0,122	0,032	0,174	0,042	0,253	0,141	0	0	0,028
10. Имеется глубокий анализ литературы (по авторам и времени)	0,0229	0	0	0	0,253	0,142	0	0	0	0
11. Используются/разработаны специальные технологии проведения исследований	0,0006	0	0	0,045	0,042	0,253	0,275	0	0	0,078
12. Масштабность предполагаемых последствий полной реализации работы	0,0081	0,032	0,032	0,045	0	0,042	0	0	0	0,272
13. Масштабность проведенного исследования	0,0117	0	0,147	0	0	0,042	0	0	0	0,272
14. Качество оформления представленных результатов	0,0103	0	0	0	0	0	0	0,75	0,085	0
15. Качество доклада и ответов на вопросы при защите работы	0,0027	0	0	0	0	0	0	0,25	0,224	0
Сумма произведений оценок результатов НИР на коэффициент важности результата для оценки сформированности компетенции	-	0,007	0,010	0,009	0,012	0,009	0,005	0,008	0,003	0,010
Индекс сформированности компетенции в 5-балльной числовой шкале	-	0,034	0,051	0,046	0,062	0,047	0,026	0,042	0,014	0,052
Индекс сформированности компетенции в квалификационных баллах (кб) (1 балл 5-балльной шкалы = 100 кб)	-	3,4	5,1	4,6	6,2	4,7	2,6	4,2	1,4	5,2



Рисунок 5.1 – Структура исследовательских компетенций

Рассчитав структуру исследовательских компетенций, аналогично предыдущему пункту перейдем к разработке их комплексной характеристики – индекса сформированности исследовательских компетенций для определенной сферы творческой деятельности. Для этого необходимо сформулировать цель развития исследователя в виде таблицы, показывающей потребность в тех или иных компетенциях с позиций наиболее успешной творческой деятельности в определенном направлении. Группа заведующих кафедрами СФ МГПУ сформулировала такие предпочтения в соответствующих профессиональных областях, оценив их по трехуровневой качественной шкале: 1 – важные, 2 – повышенной важности, 3 – наиболее важные. Эти результаты представлены в таблице 5.12.

Изучив эту таблицу, молодой исследователь, будучи субъектом собственного развития, может сформировать свою собственную целевую установку. Например, видя свою будущую деятельность на стыке психологии, педагогики и информатики, он определил свою целевую установку в виде, показанном в таблице 5.14. Тем самым им установлена политика выбора направлений своего развития, код которой: 9=2; 3; 4. Из таблицы 4.16 соответствующие УКВ равны 0,019; 0,057; 0,198.

Таблица 5.13 – Оценка важности различных исследовательских компетенций для успешной творческой деятельности

	Поиск проблемы	Формализация проблемы	Выдвижение ключевой идеи	Подготовка к реализации ключевой идеи	Реализация ключевой идеи	Синтез частных результатов в полноценное решение	Оформление решения	Защита и внедрение решения	Критический анализ решения
Математика	3	2	3	1	1	3	1	2	1
Информатика	2	3	3	2	2	1	1	2	1
Психология	1	2	3	1	2	1	3	1	3
Экономика	2	1	3	3	2	2	2	1	3
Юриспруденция	2	3	3	1	2	1	1	2	3
Регионоведение	2	1	3	1	2	3	3	2	1
Реклама и связи с общественностью	3	2	3	2	2	2	1	1	3
Педагогические науки	3	1	3	1	3	2	1	2	1
Психолого-педагогические науки	1	1	1	1	2	1	1	3	1
Лингвистика	3	1	1	1	3	3	2	2	3
Социология	2	1	1	2	1	2	3	3	3
Менеджмент и управление персоналом	1	1	1	1	2	1	1	3	1

Таблица 5.14 – Принятая исследователем сравнительная важность развития различных исследовательских компетенций для своей будущей успешной творческой деятельности

	Поиск проблемы	Формализация проблемы	Выдвижение ключевой идеи	Подготовка к реализации ключевой идеи	Реализация ключевой идеи	Синтез частных результатов в полноценное решение	Оформление решения	Защита и внедрение решения	Критический анализ решения	Сумма
Группа важности	3	2	3	2	3	2	1	3	1	-
Универсальные коэффициенты важности	0,198	0,057	0,198	0,057	0,198	0,057	0,019	0,198	0,019	1,001

В соответствии с этой целевой установкой исследователь может вычислить значение своего индекса сформированности исследовательских компетенций в интересующем его направлении творческой деятельности как сумму произведений УКВ компетенций на уровни их сформированности (таблица 5.15). Этот индекс измеряется в квалификационных баллах и равен 3,66 кб.

Таблица 5.15 – Расчет индекса сформированности исследовательских компетенций

	Поиск проблемы	Формализация проблемы	Выдвижение ключевой идеи	Подготовка к реализации ключевой идеи	Реализация ключевой идеи	Синтез частных результатов в полноценное решение	Оформление решения	Защита и внедрение решения	Критический анализ решения	Сумма
Универсальные коэффициенты важности целевой установки исследователя (стр. 2 табл. 5.13)	0,198	0,057	0,198	0,057	0,198	0,057	0,019	0,198	0,019	1,001
Уровень сформированности компетенций исследователя (кб) (последняя строка табл. 5.11)	3,4	5,1	4,6	6,2	4,7	2,6	4,2	1,4	5,2	32,2
Стр. 1 * Стр. 2	0,67	0,29	0,91	0,35	0,93	0,15	0,08	0,28	0,1	3,66

Кстати, если бы исследователь полагал, что все компетенции одинаково важны, его индекс сформированности компетенций был бы равен $\frac{1}{9} * 32,2 = 3,58$.

5.4. Программа анализа структуры научно-исследовательской работы

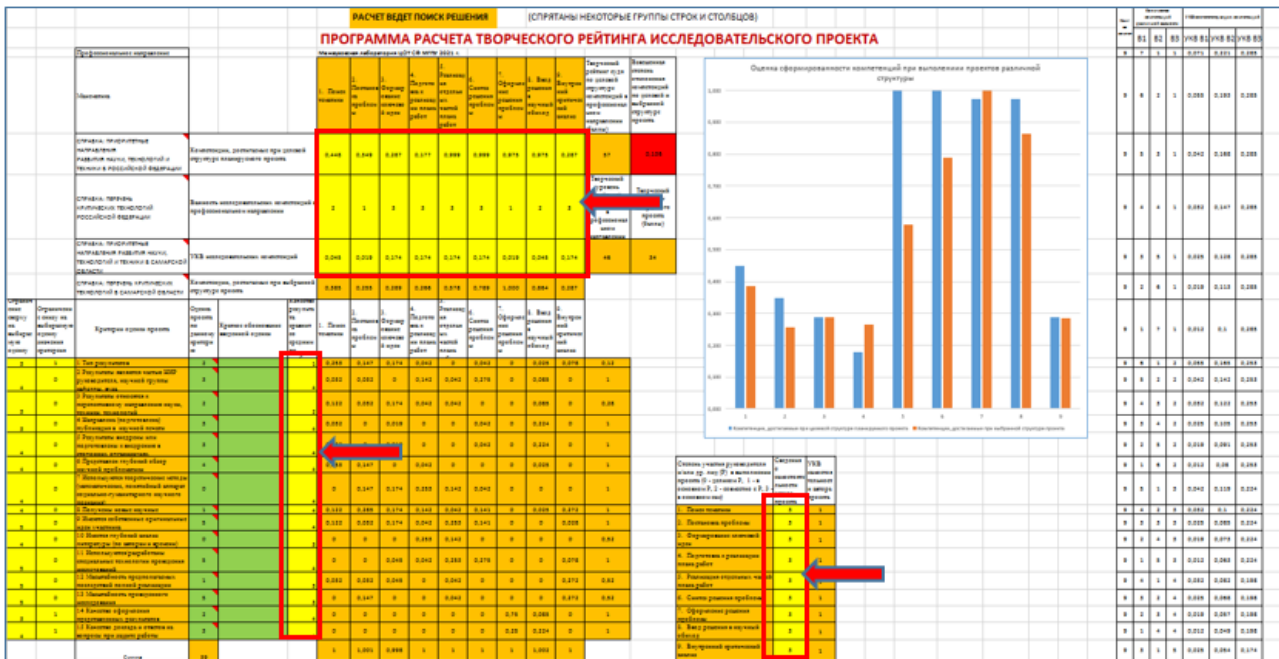
Несмотря на всю простоту, выполнять описанные вычисления вручную, например, с помощью редактора Excel, утомительно, поэтому разработана программа расчета «Расчет-1». Эта программа является частью программного обеспечения методологии управляемого развития научных способностей молодежи и может использоваться для количественного анализа формирования у личности исследовательских компетенций в зависимости от содержания ее исследовательской деятельности. Далее приводится инструкция по ее использованию при выполнении самостоятельной работы по учебному курсу. Программ непрерывно совершенствуется, поэтому при ее использовании могут быть непринципиальные отличия от приведенного описания. Преподаватель даст нужные пояснения. Для понимания отдельных режимов нужно будет также освоить материал, который содержится в следующих главах.

Приводимые рисунки используются непосредственно после относящегося к ним текста. Поэтому они не нумерованы.

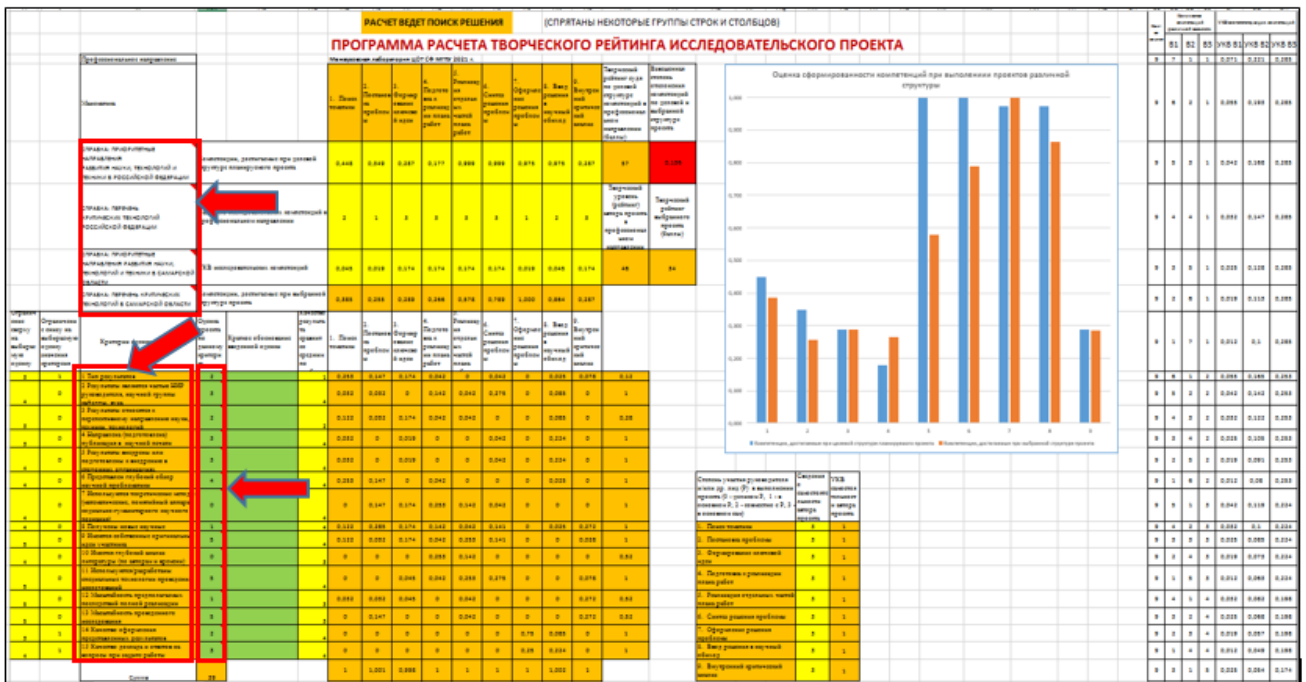
Программа «АНАЛИЗ-1» может использоваться в четырех вариантах.

1-й вариант. Расчет структуры демонстрируемых исследовательских компетенций и творческого рейтинга выполненной или планируемой научно-исследовательской работы (проекта).

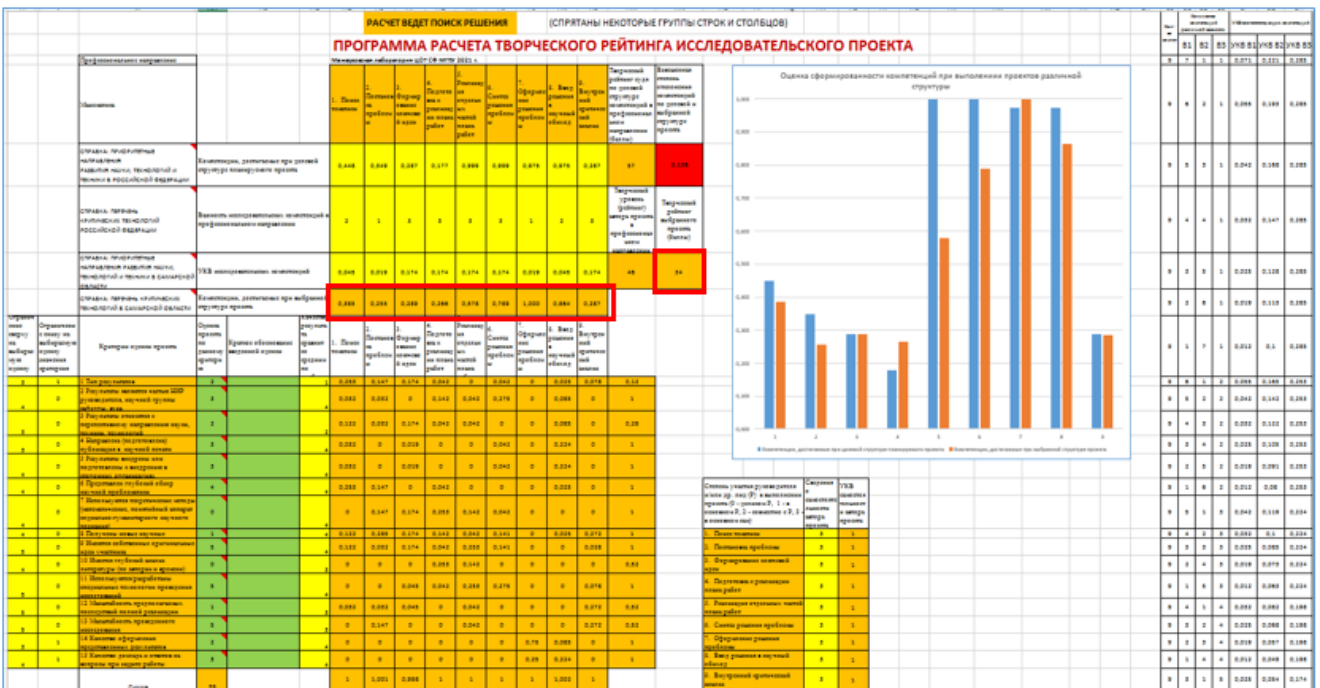
Прежде всего заполните поля AC10:AC24 AR17:AR25 (соответственно зеленого и желтого цвета) соответственно цифрами 4 и 3. Кроме того, для аккуратного представления результатов расчета на диаграмме, поле AD5:AL7 (желтые ячейки) следует очистить от содержащихся в них данных. Если эти данные представляют дальнейший интерес, их значения следует скопировать на любой свободный участок листа Excel.



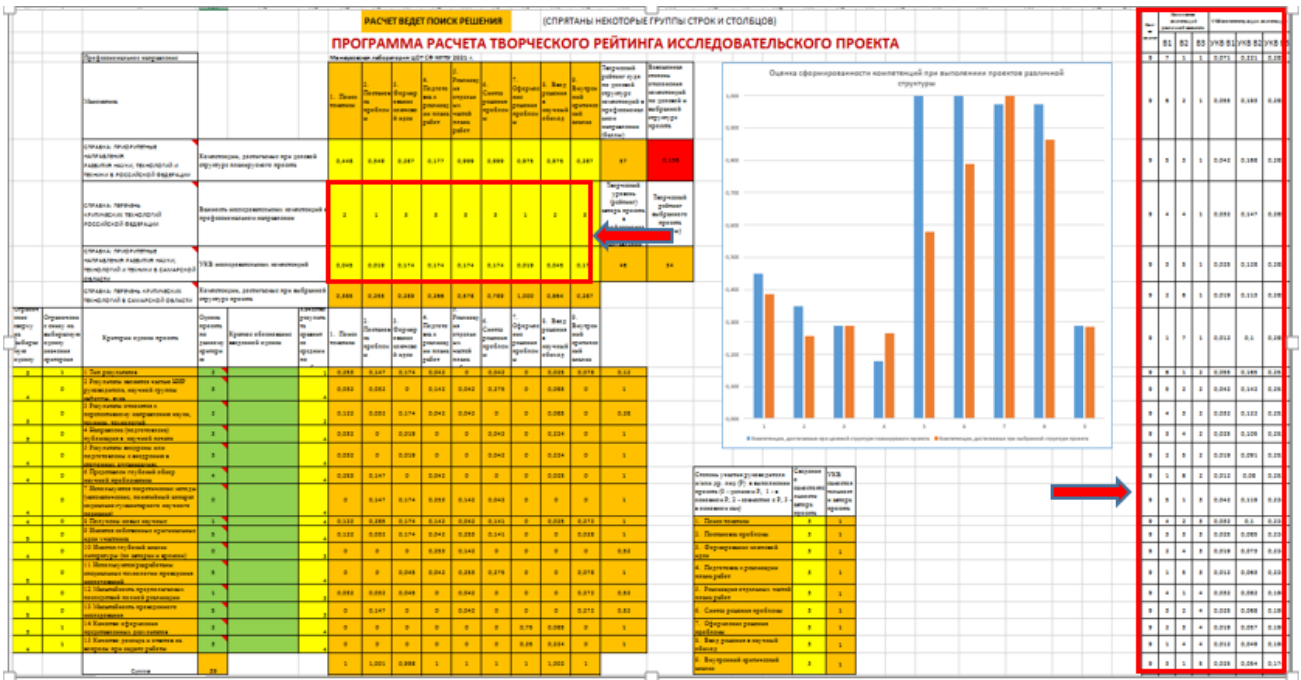
Исходными данными для варианта 1 являются значения 15 критериев ожидаемой оценки результатов планируемого исследования. Названия критериев перечислены на поле W10:W24. Оценка проекта по каждому критерию задается пользователем в виде целого числа от 0 до 5 в поле AA10:AA24 (зеленый цвет фона). При этом при наведении курсора на соответствующую ячейку открывается примечание, содержательно поясняющее каждую из возможных оценок. В примечании для оценок используется отсылка к перечням приоритетных направлений техники и технологии и критическим технологиям РФ и Самарской области. Эти документы приведены в примечаниях к ячейкам W5:W8.



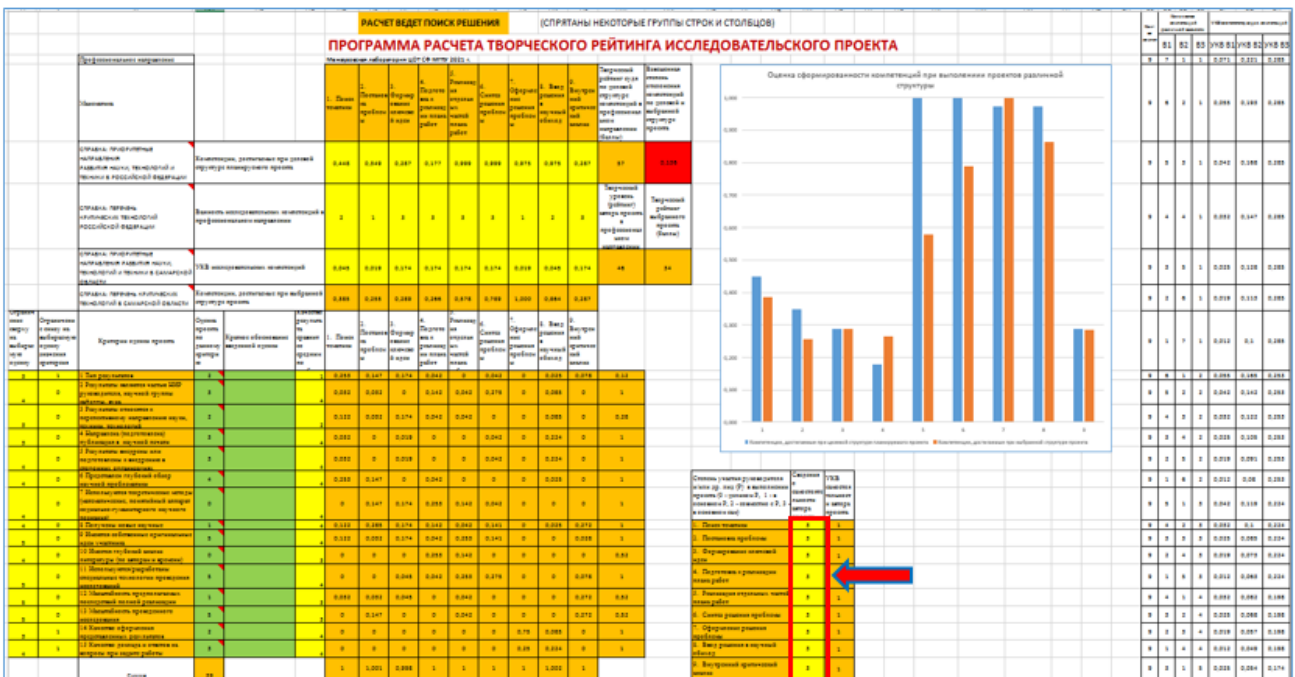
По мере ввода исходных данных, на диаграмме, а также в строке AD8:AL8 и в ячейке AN7 (коричневый фон ячеек) появляются промежуточные результаты расчета. Когда введены все значения 15 критериев, в этих ячейках отображается уровень сформированности исследовательских компетенции автора проекта, рассчитанный в предположении, что планируемый проект объективно будет заслуживать введенных оценок критериев. При этом предполагается, что он выполнен автором полностью самостоятельно, а оцененные результаты обладать выдающимся качеством.



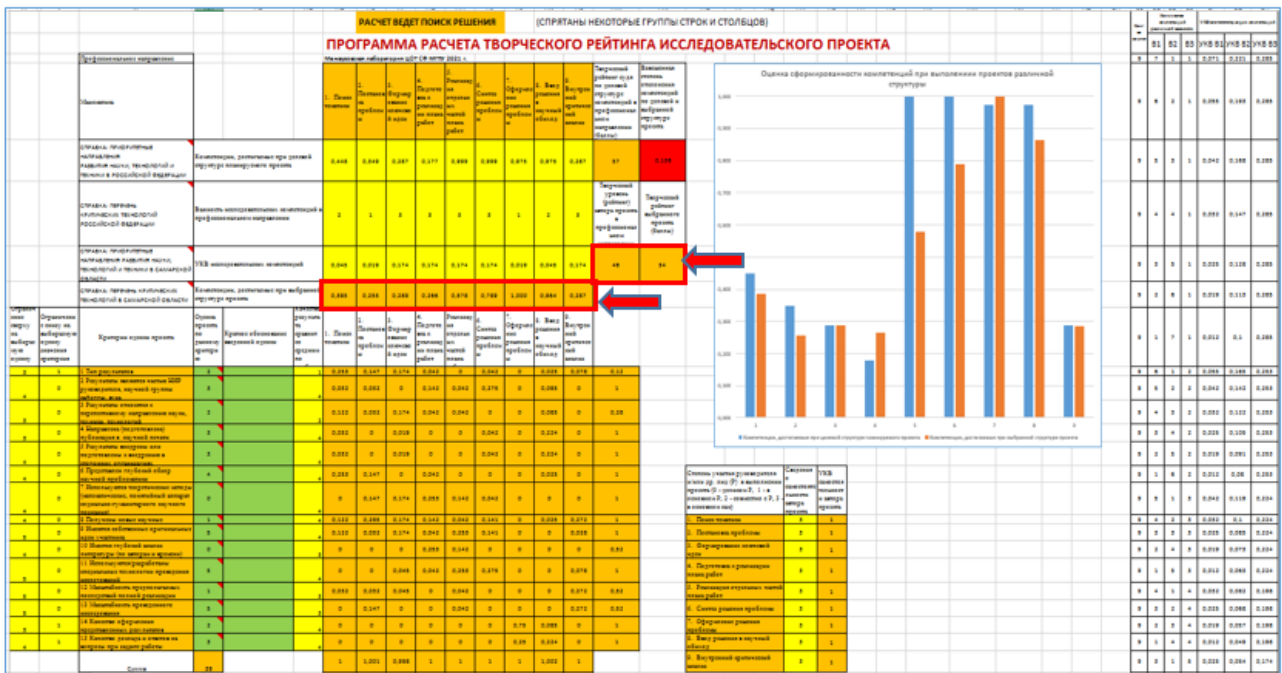
Эти два предположения можно заменить более реалистичными, введя соответствующие данные в поля AC10:AC24 и AR17:AR25 (которые изначально заполнялись максимальными оценками 4 и 3).



Затем пользователь вносит сведения о предполагаемой степени своего участия в выполнении планируемого проекта в поле AR17:AR25 (желтый фон).



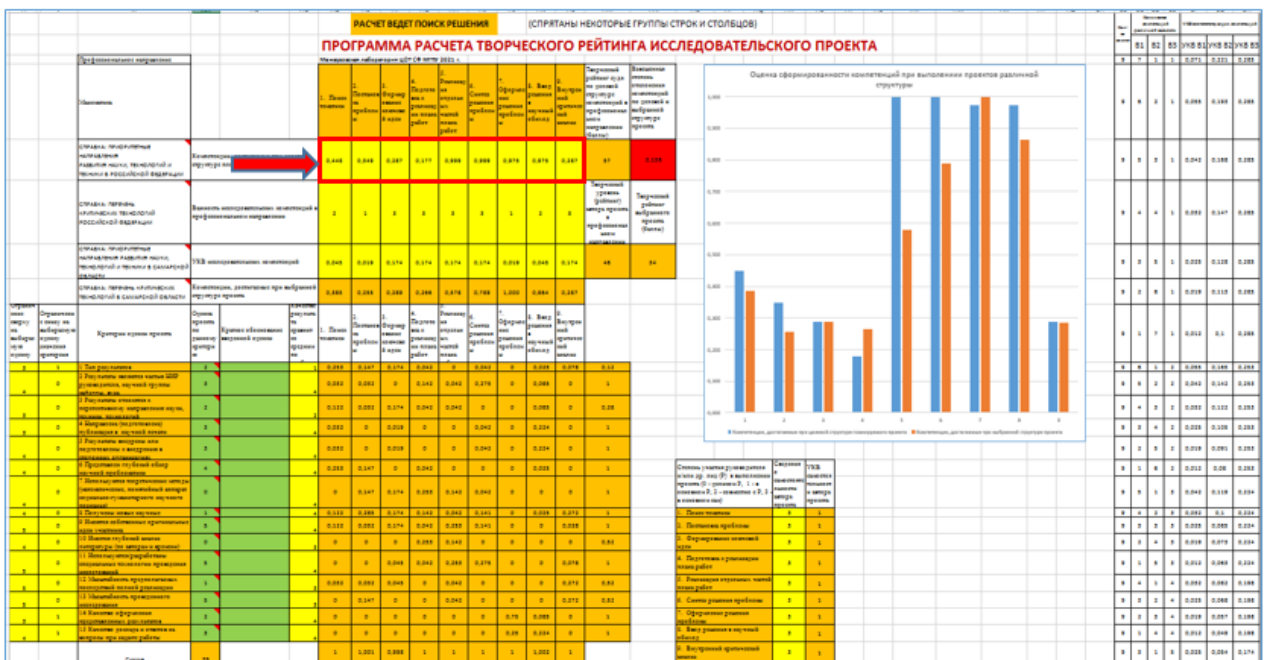
После завершения ввода всех данных, на диаграмме и в поле AD8:AL8 отображаются исследовательские компетенции, уровнем владения которыми демонстрирует запланированный проект, а в ячейках AM7, AN7 указываются соответственно творческий рейтинг запланированного проекта и творческий уровень его автора в контексте интересующего его направления профессиональной деятельности.



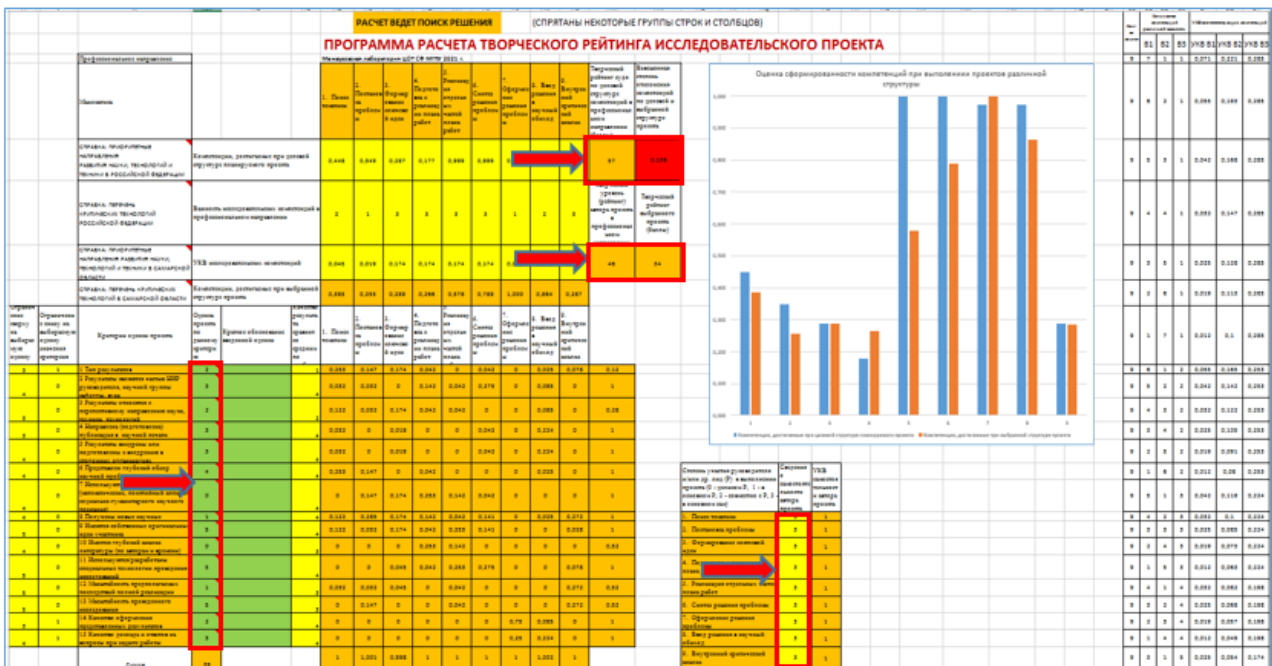
Два других варианта использования программы направлены на планирование предстоящего этапа исследовательской деятельности пользователя с учетом долговременной оптимальной траектории его творческого развития. Эта траектория рассчитывается методом непрерывного планирования на четыре года вперед с использованием специальной имитационной модели оптимального развития исследовательских компетенций, также входящей в программное обеспечение методологии управляемого развития научных способностей молодежи.

3-й вариант. «Ручное» целевое формирование развивающей структуры планируемого научного исследования (проекта).

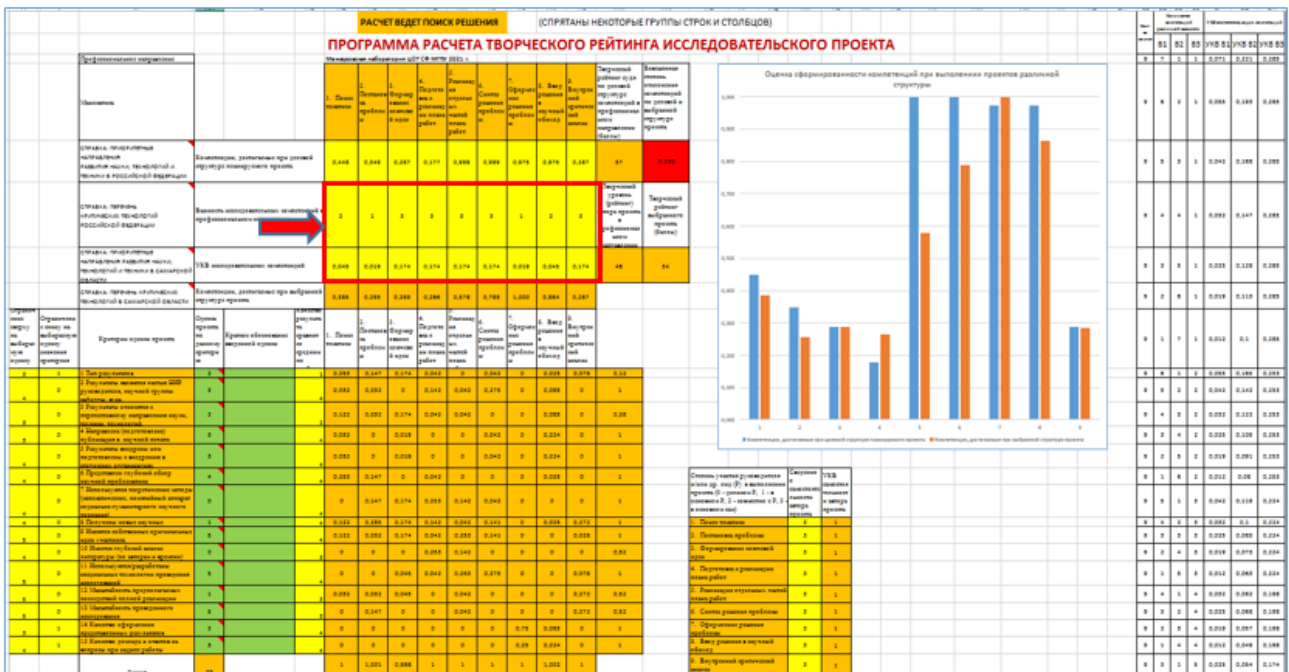
В этом варианте, помимо сведений, вводимых в варианте 2, пользователю необходимо ввести в поле AD5:AL5 (желтый фон) универсальные коэффициенты важности (УКВ) желательной структуры исследовательских компетенций, которую он стремится продемонстрировать по результатам оценки планируемого проекта.



Затем, варьируя оценки, проставляемые в полях AA10:AA24 (зеленый фон) и AR17:AR25 (желтый фон), он стремится добиться максимального соответствия желательной и рассчитываемой структур исследовательских компетенций автора планируемого проекта. Соответствующие комплексные рейтинги показаны в ячейках AM5, AN5, AM7, AN7 (коричневый и красный фон).

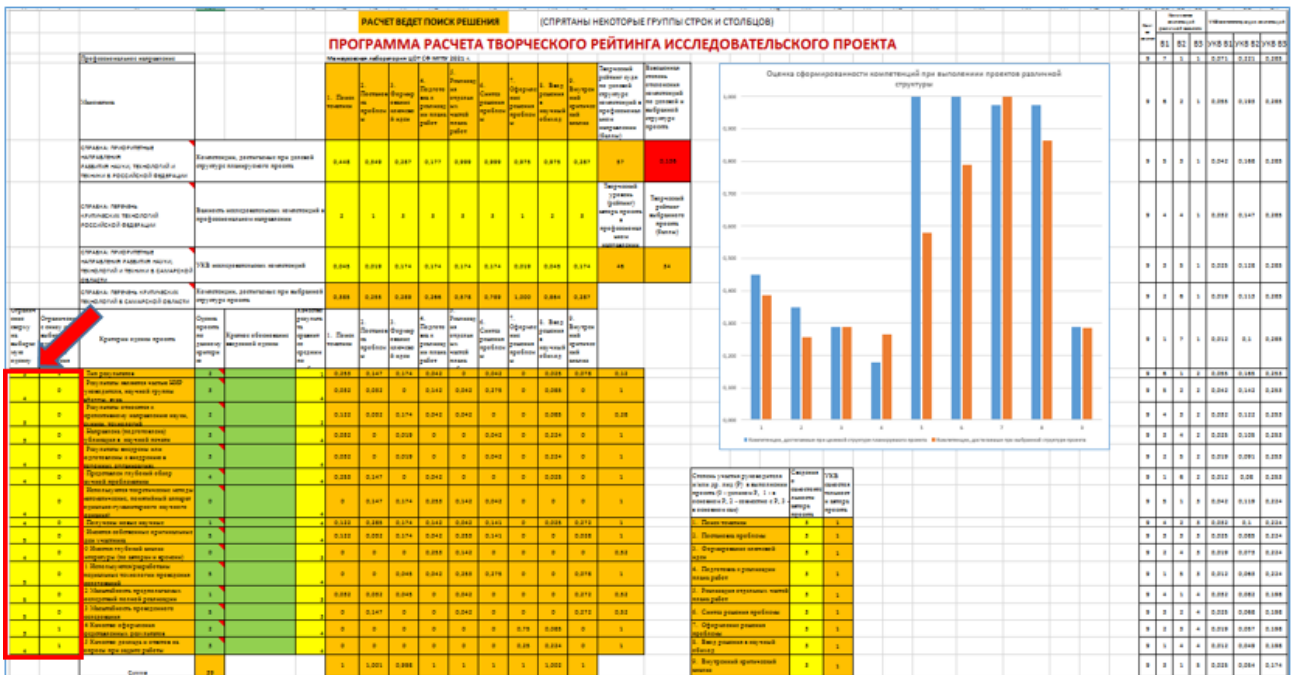


Напомним, что в вариантах 2 и 3 пользователю полезно предварительно воспользоваться имитационной моделью оптимального развития исследовательских компетенций на период четыре года. Из полученной в ней оптимальной траектории своего творческого развития на четырехлетний период он может получить ценную информацию для заполнения всего поля AD6:AL7 (желтый фон) данными, рассматривая планируемый проект как реализацию первого года четырехлетнего периода своего развития.



4-й вариант. Автоматизированное формирование оптимальной развивающей структуры планируемого научного исследования (проекта) применительно к интересующему пользователя профессиональному направлению.

Этот вариант отличается от 3-го вариант тем, что развивающую структуру планируемого научного исследования автоматически рассчитывает сам компьютер, причем сразу в составе, наиболее оптимальном (то есть максимально приближенном) к желаемой структуре исследовательских компетенций. При неоспоримых достоинствах этого по сравнению с предыдущим вариантом недостатком является то, что компьютер не учитывает подробностей и неформальных соображений, которыми может руководствоваться пользователь, используя «ручной» вариант. Значительно уменьшает этот недостаток возможность для пользователя ввести дополнительную информацию в поля A10:A24 и V10:V24 (желтый фон), задав тем самым ограничения на диапазон возможных оценок, который будет использовать компьютер при оптимальных расчетах.



После завершения ввода всех данных пользователь вызывает надстройку «Поиск решения» (ДАННЫЕ -> ПОИСК РЕШЕНИЯ) и нажимает кнопку НАЙТИ РЕШЕНИЕ. Процесс поиска занимает у компьютера около двух минут, после чего результаты показываются в соответствующих местах экрана. Алгоритм формирования оптимального решения будет описан в главе 7.

5.5. Наукометрический портрет молодого исследователя

На основе перечисленных в п.5.4 наукометрических характеристик с использованием Самарской педагогической концепции направляемого развития одаренности рассчитывается наукометрический портрет молодого исследователя.

Как указывалось, целью нашего учебного курса является создание с использованием инфокоммуникационных технологий условий для выявления и направляемого наиболее эффективного развития научно-мотивированного молодого исследователя. Таким образом, наукометрический портрет молодого исследователя живет и изменяется с периодом в один год, а также может использоваться для моделирования возможных изменений в творческом статусе молодого исследователя в зависимости от содержания проектируемой деятельности. Он включает основные характеристики, показанные в таблицах 5.8–5.15 и на рисунке 5.3.

Для их расчета используется специальная программа для ЭВМ «Наукометрический портрет». Она является интеллектуальным модулем информационной системы, которая обеспечивает сбор, хранение, обработку и анализ информации о продвинутой учебно-исследовательской деятельности коллектива молодых исследователей.

НАУКОМЕТРИЧЕСКИЙ ПОРТРЕТ МОЛОДОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЯ

ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ

Общие сведения	
Дата выдачи	
Фамилия, имя, отчество	
E-mail	
Направление обучения	
Курс	
Семестр	
Тема НИР	
Группы важности соответствия с предполагаемым направлением творческой деятельности	
Название направления	
<i>Исследовательские компетенции</i>	
Поиск проблемы	
Формализация проблемы	
Выдвижение ключевой идеи	
Подготовка к реализации ключевой идеи	
Реализация ключевой идеи	
Синтез частных результатов в полноценное решение	
Оформление решения	
Защита и внедрение решения	
Критический анализ решения	
<i>Психологические характеристики</i>	
Профессиональный тип личности	
Чувство предназначения	
Способность к критической самооценке	
Коммуникативные способности	
Организаторские способности	
Презентационные способности	
Сверхнормативная активность	
Неутомляемость + стрессоустойчивость	

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА (ПРОЕКТ)

Текущая научно-исследовательская работа (проект)							
Тема: _____							
Критерии оценки результатов научно-исследовательской работы	Оценка уровень результатов по 5-балльной порядковой шкале	Числовой эквивалент	Оценка самостоятельности автора НИР	Числовой эквивалент	Оценка качества результата	Числовой эквивалент	Сводная оценка результатов по 5-балльной числовой шкале
1. Тип результатов							
2. Результаты являются частью НИР руководителя, научной группы кафедры, вуза							
3. Результаты относятся к перспективному направлению науки, техники, технологий							
4. Направлена (подготовлена) публикация в научной печати							
5. Результаты внедрены или подготовлены к внедрению в сторонних организациях							
6. Представлен глубокий обзор научной проблематики							
7. Используются теоретические методы (математические, понятийный аппарат социально-гуманитарного научного познания)							
8. Получены новые научные результаты							
9. Имеются собственные оригинальные идеи участника							
10. Имеется глубокий анализ литературы (по авторам и времени)							
11. Используются / разработаны специальные технологии проведения исследований							
12. Масштабность предполагаемых последствий полной реализации работы							
13. Масштабность проведенного исследования							
14. Качество оформления представленных результатов							
15. Качество доклада и ответов на вопросы при защите работы							

Творческий индекс текущей НИР						
– базовый индекс (среднее значение)						
– с учетом различной важности отдельных видов результатов						
– с учетом различной важности отдельных видов результатов и уровня самостоятельности автора в работе						
при аналогичной оценке важности результатов и их оценок						
– на уровне задач						
– на уровне проблем						
– на уровне направлений						

Предыдущая научно-исследовательская работа (проект)							
Тема: _____							
Критерии оценки результатов научно-исследовательской работы	Оценка уровень результатов по 5-балльной порядковой шкале	Числовой эквивалент	Оценка самостоятельности автора НИР автора НИР	Числовой эквивалент	Оценка качества результата	Числовой эквивалент	Сводная оценка результатов по 5-балльной числовой шкале
1. Тип результатов							
2. Результаты являются частью НИР руководителя, научной группы кафедры, вуза							
3. Результаты относятся к перспективному направлению науки, техники, технологий							
4. Направлена (подготовлена) публикация в научной печати							
5. Результаты внедрены или подготовлены к внедрению в сторонних организациях							
6. Представлен глубокий обзор научной проблематики							
7. Используются теоретические методы (математические, понятийный аппарат социально-гуманитарного научного познания)							

8. Получены новые научные результаты							
9. Имеются собственные оригинальные идеи участника							
10. Имеется глубокий анализ литературы (по авторам и времени)							
11. Используются / разработаны специальные технологии проведения исследований							
12. Масштабность предполагаемых последствий полной реализации работы							
13. Масштабность проведенного исследования							
14. Качество оформления представленных результатов							
15. Качество доклада и ответов на вопросы при защите работы							

Творческий индекс предыдущей НИР							
– базовый индекс (среднее значение)							
– с учетом различной важности отдельных видов результатов							
– с учетом различной важности отдельных видов результатов и уровня самостоятельности автора в работе							
при аналогичной оценке важности результатов и их оценок							
– на уровне задач							
– на уровне проблем							
– на уровне направлений							

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ КОМПЕТЕНЦИИ

Исследовательские компетенции	Оцениваемая НИР			Предшествующая НИР		
	Значение (от 0 до 5)	Максимум по референтной группе присутствия	Среднее значение по референтной группе присутствия	Значение (от 0 до 5)	Максимум по референтной группе присутствия	Среднее значение по референтной группе присутствия
Поиск проблемы						
Формализация проблемы						
Выдвижение ключевой идеи						
Подготовка к реализации ключевой идеи						
Реализация ключевой идеи						
Синтез частных результатов в полноценное решение						
Оформление решения						
Защита и внедрение решения						
Критический анализ решения						
Индекс сформированности исследовательских компетенций						
Индекс сформированности исследовательских компетенций в сфере творческой деятельности _____						

Порядок расчета разделов «Научно-исследовательская работа (проект)» и «Исследовательские компетенции» подробно описан в предыдущем разделе данной главы.

ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Уровень сформированности психологических характеристик по 5-балльной числовой шкале						
Психологические характеристики	Текущее состояние			Предшествующее состояние		
	Значение (от 0 до 5)	Максимум по референтной группе присутствия	Среднее значение по референтной группе присутствия	Значение (от 0 до 5)	Максимум по референтной группе присутствия	Среднее значение по референтной группе присутствия
Профессиональный тип личности в сфере творческой деятельности: _____						
Чувство предназначения						
Способность к критической самооценке						
Коммуникативные способности						
Организаторские способности						
Презентационные способности						
Сверхнормативная активность						
Неутомляемость + стрессоустойчивость						
Индекс сформированности психологических характеристик						
Индекс сформированности психологических характеристик с учетом специфики сферы творческой деятельности: _____						

Порядок расчета разделов «Психологические характеристики» структурно полностью подобен порядку расчета «Исследовательские компетенции». Значения психологических характеристик рассчитываются по результатам психологических тестов Кеттела, Климова и Кирюкова, взятым из исходных данных (таблица 5.6). Для этого используются таблицы пересчета, разработанные тем же научно-методическим коллективом, и метод МУС-УКВ. Индекс сформированности психологических характеристик рассчитывается без учета профессионально типа личности студента, но при расчете индекса сформированности исследовательских компетенций с учетом специфики сферы творческой деятельности эта характеристика, естественно, также учитывается.

МОТИВИРОВАННОСТЬ РАЗЛИЧНЫМИ ФУНКЦИЯМИ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
(коэффициенты «деятельность – мотивация»)

Уровень мотивированности различными функциями исследовательской деятельности в числовой шкале от 0 до 1 (от «вызывает отвращение» до «занимаюсь с энтузиазмом»)			
Виды (функции) исследовательской деятельности	Значение	Максимум по референтной группе присутствия	Среднее значение по референтной группе присутствия
Поиск проблемы			
Формализация проблемы			
Выдвижение ключевой идеи			
Подготовка к реализации ключевой идеи			
Реализация ключевой идеи			
Синтез частных результатов в полноценное решение			
Оформление решения			
Защита и внедрение решения			
Критический анализ решения			
Индекс мотивируемости деятельностью			
Индекс мотивируемости деятельностью в сфере творческой деятельности _____			

Значения рассчитываются по результатам прохождения теста, введенным в последний раздел таблицы 5.6 («Исходные данные»). Индексы мотивируемостью рассчитываются по методу МУС-УКВ полностью аналогично расчету соответствующих индексов для исследовательских компетенций.

КРУГОЗОР И СОЦИАЛИЗАЦИЯ

Уровень кругозора и социализации						
Характеристики кругозора и социализации	Текущее состояние			Предшествующее состояние		
	Значение (от 0 до 5)	Максимум по референтной группе присутствия	Среднее значение по референтной группе присутствия	Значение (от 0 до 5)	Максимум по референтной группе присутствия	Среднее значение по референтной группе присутствия
1. Академическая успешность						
2. Количество международных сертификатов						
3. Количество форм дополнительного образования						
4. Количество статей в РИНЦ						
5. Количество статей из Перечня ВАК						
6. Количество статей в Scopus, Web of Science						
7. Количество докладов на отечественных мероприятиях						
8. Количество наград на отечественных мероприятиях						
9. Количество докладов на международных мероприятиях						
10. Количество наград на международных мероприятиях						
11. Количество авторских свидетельств, патентов						
12. Трудовая деятельность по профилю						
13. Трудовая деятельность не по профилю						
14. Лидерские качества						
15. Организационные качества						
Индекс кругозора и социализации						

Индекс кругозора и социализации рассчитывается аналогично индексу сформированности исследовательских компетенций.

**ПРИОРИТЕТНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ
ТВОРЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Индекс приоритетности направления деятельности в 5-балльной числовой шкале и дециль приоритетности								
Направления творческой дея- тельности	Текущее состояние							
	Творческий индекс НИР	Индекс сформированности исследовательских компетенций	Уровень мотивированности исследовательской деятельности	Индекс сформированности психологических характеристик	Уровень кругозора и социализации	Индекс приоритетности направления	Среднее значение	Дециль приоритетности
		в сфере творческой деятельности					в референтной сравнительной группы присутствия	
Математика								
Информатика								
Психология								
Экономика								
Юриспруденция								
Регионоведение								
Реклама и связи с общественностью								
Педагогические науки								
Психолого-педагогические науки								
Лингвистика								
Социология								
Менеджмент и управление персоналом								
Избранное направление творческой деятельности								

**ПРИОРИТЕТНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ
ТВОРЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Индекс приоритетности направления деятельности в 5-балльной числовой шкале и дециль приоритетности								
Направления творческой деятельности	Предшествующее состояние							
	Творческий индекс НИР	Индекс сформированности исследовательских компетенций	Уровень мотивированности исследовательской деятельности	Индекс сформированности психологических характеристик	Уровень кругозора и социализации	Индекс приоритетности направления	Среднее значение	Дециль приоритетности
		в сфере творческой деятельности						
							в референтной сравнительной группе присутствия	
Математика								
Информатика								
Психология								
Экономика								
Юриспруденция								
Регионоведение								
Реклама и связи с общественностью								
Педагогические науки								
Психолого-педагогические науки								
Лингвистика								
Социология								
Менеджмент и управление персоналом								
Избранное направление творческой деятельности								

5.6. Годичный цикл развития молодого исследователя в системе «АРИСТЕЙ»

Начнем с описания вузовской научно-образовательной развивающей среды, в которой должно происходить развитие молодого исследователя. Такая среда, которая начала формироваться в настоящее время в СФ МГПУ, получила название система «АРИСТЕЙ». Она направлена на выявление, развитие и вовлечение в производительную деятельность творчески одаренной молодежи в сфере науки и техники. Рассмотрим цели, этапы функционирования и основные функциональные модули интеллектуального программного обеспечения этой научно-образовательной развивающей среды научно-мотивированных молодых исследователей.

Цели системы «АРИСТЕЙ» в отношении ее участников:

- расширить их кругозор саморазвития за пределы своей кафедры, вуза, профессии, страны;
- помочь стать сознательными субъектами своего творческого развития благодаря более глубоким знаниям о пространстве науки и закономерностям развития личности в нем;
- дать возможность получить наиболее объективную и всестороннюю оценку своего творческого потенциала, динамики его роста по мере своей исследовательской деятельности;
- дать возможность использовать наиболее мощные из существующих методов для оптимального планирования своей научно-развивающей деятельности.

Развитие информационного общества – общества знаний, с одной стороны, стимулирует потребность в создании в стране эффективной системе выявления и развития научно-ориентированной и творчески одаренной молодежи, а, с другой стороны, создает ранее невиданные новаторские инструменты для создания такой системы на базе системного подхода и интеллектуальных инфокоммуникационных технологий. Проект «АРИСТЕЙ» представляет собой попытку предложить пути создания такой системы на основе обобщения многолетнего опыта функционирования группы индивидуальной, подготовки (ГИП), Куйбышевского инженерно-строительного института (КуИСИ), впоследствии Самарского государственного архитектурно-строительного университета (СамГАСУ), Самарского филиала Московского городского педагогического университета (СФ МГПУ), Самарской городской, впоследствии областной, системы «Кадровый потенциал», Единой Самарской областной системы мер по выявлению и развитию творчески одаренной молодежи в сфере науки, техники и технологий и инновационному развитию Самарской области (системы ВЗЛЕТ – ПОЛЕТ – ОРБИТА, впоследствии система АСТРА). Этот опыт в 2020 году получил одобрение ученого совета МГПУ, в связи с чем авторы осуществили предварительное проектирование системы «АРИСТЕЙ», параллельно реализуя отдельные мероприятия в рамках ее концепции.

В соответствии с этой концепцией, система «АРИСТЕЙ» включает молодежь в возрасте 14–15 лет (на уровне 8-го класса для школьников), в определенной мере ориентированную на сферу науки и техники и обладающую некоторым первоначальным уровнем сформированности необходимых способностей. Без всяких проверок достаточен минимально необходимой уровень успешности школьника в учебно-исследовательской деятельности для того, чтобы на этом рубеже попытаться вводить его в зону ближайшего развития – настоящую науку. Необходимым условием этого является включение в исследовательскую пару «ученик – учитель как научный руководитель» третьего участника – преподавателя вуза или научного работника в качестве научного консультанта. Другим необходимым условием является оценка результата деятельности ученика уже по меркам «взрослой» исследовательской работы. При этом сам молодой исследователь должен уже осознавать сущность совершаемого перехода и пусть в небольшой степени, стать субъектом своего дальнейшего творческого развития. А вот насколько далеко зайдет он на этом пути длиной в оставшиеся годы школы и, скорее всего, первые курсы вуза, зависит во все большей степени от него и его мотивированности.

Особенности системы «АРИСТЕЙ» и годовой цикл ее функционирования. Система направлена на создание среды именно для продвинутой учебно-исследовательской деятельности. Далее для краткости мы будем называть ее просто исследовательской работой, однако вкладывая в это понятие именно указанный расширенный смысл. Эта среда предоставляет новые возможности для выявления и развития способностей творчески одаренной молодежи в сфере науки и техники. Прежде всего, это возможность необременительного дистанционного индивидуального взаимодействия через Интернет с авторитетными представителями высшей школы, науки и промышленности, если их связывает общая заинтересованность. Она позволяет на базе математического и информационного моделирования давать развивающейся личности корректируемые на каждом этапе рекомендации о тех усилиях, которые должны предприниматься для развития наиболее важных для выбранного направления деятельности исследовательских компетенций. Фактически каждый участник системы «АРИСТЕЙ» при ее поддержке формирует и реализует индивидуальный план творческого развития, который на каждом этапе предлагает ему оптимальную стратегию распределения усилий при развитии исследовательских компетенций.

Характеристическими особенностями системы «АРИСТЕЙ» являются:

- направляемое индивидуальное развитие;
- инфокоммуникационная интеллектуальная среда взаимодействия;
- «умное» управление развитием личности в процессе исследовательской деятельности на основе соответствующей теории;
- «многостратность» в развитии личности;
- оценка по результатам;
- мотивируемость;
- этапность формирования;
- политическая воля.

Принципиальная схема «АРИСТЕЙ» показана на рисунке 5.2 (Л – развивающаяся личность, Р – ее научный руководитель, К – научный консультант из «вышестоящей» научно-технической структуры, П – индивидуализированные развивающие меры научно-методической и организационной поддержки).

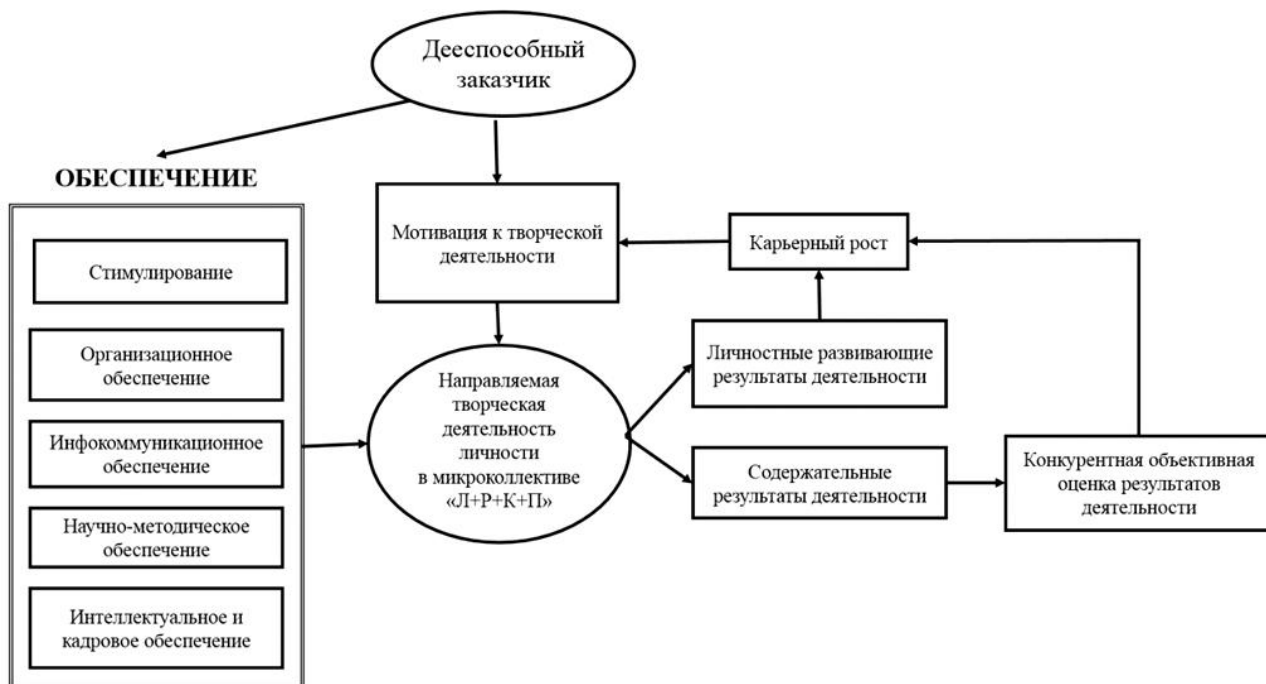


Рисунок 5.2 – Принципиальная схема системы «АРИСТЕЙ»

Система «АРИСТЕЙ» дает своим участникам возможность:

- расширить кругозор саморазвития за пределы своей школы, своей кафедры, вуза, профессии, страны;
- стать сознательными субъектами своего творческого развития благодаря более глубоким знаниям о пространстве науки и закономерностям развития личности в нем;
- получить наиболее объективную и всестороннюю оценку своего творческого потенциала, динамики его роста по мере своей исследовательской деятельности;
- использовать наиболее мощные из существующих методов для оптимального планирования своей научно-развивающей деятельности.

Годичный цикл развития участника системы «АРИСТЕЙ» включает 12 этапов (рисунок 5.3):

- 1) регистрация / ежегодная перерегистрация;
- 2) выбор заинтересовавших тем НИР из зоны ближайшего развития;
- 3) установление контакта с научным руководителем и / или консультантом по рекомендованной теме НИР;
- 4) наукометрическое планирование развивающей структуры, предстоящей НИР;
- 5) научно модерируемое выполнение НИР;
- 6) оценка текущего уровня сформированности исследовательских компетенций и значимых психологических характеристик;
- 7) оптимальное планирование своей развивающей деятельности;
- 8) участие в индивидуально значимых развивающих мероприятиях;
- 9) полноценная объективная оценка творческой и развивающей ценности, выполненной НИР;
- 10) реализация возможностей, связанных с выполненной НИР;
- 11) формирование оптимального плана творческого развития на ближайшие годы;
- 12) переход к стартовому этапу следующего года.

ЭТАПЫ ГОДИЧНОГО ЦИКЛА ПРОГРАММЫ АРИСТЕЙ

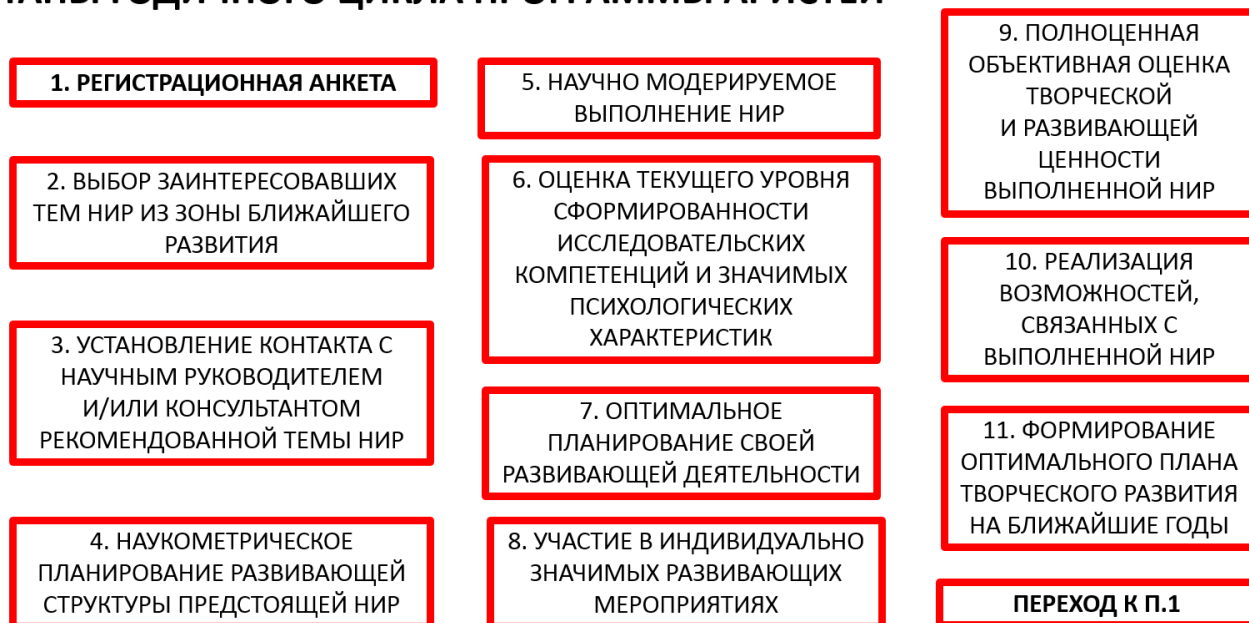


Рисунок 5.3 – Этапы годичного цикла системы «АРИСТЕЙ»

1. РЕГИСТРАЦИЯ / ЕЖЕГОДНАЯ ПЕРЕРЕГИСТРАЦИЯ.

На этом этапе проводятся мероприятия по вовлечению новых участников системы. Любой новый участник свободно получает коды доступа, сообщает ей системе о многообразии своих научных интересов и регулярно информируется о проводимых ею развивающих мероприятиях, в которых он может принимать участие. При перерегистрации на новый учебный год участник видит свой творческий рейтинг и другие характеристики эффективности его деятельности на фоне обобщенных результатов деятельности всех участников системы и имеет возможность конкретизировать свои цели с учетом этой информации и внести соответствующие данные в систему в той мере, в которой они необходимы для планирования ее деятельности в целом.

2. ВЫБОР ЗАИНТЕРЕСОВАВШИХ ТЕМ НИР ИЗ ЗОНЫ БЛИЖАЙШЕГО РАЗВИТИЯ.

Функционирование системы на этом этапе определяется сформированным системой «АРИСТЕЙ» банком предлагаемой сотрудниками вузов и организаций исследовательской тематики, по которой они готовы выступить в качестве научных консультантов. Участник – ученик или студент – вместе со своим научным руководителем (учителем школы или преподавателем вуза) может просмотреть заинтересовавшие его темы, предложенные соответственно представителем более высокого научно-производственного уровня, увидеть подробную информацию о них и о требованиях к возможным исполнителям. В рамках этого этапа проводятся мероприятия научно-популярного характера, ориентирующие молодежь в основных наиболее перспективных направлениях предложенной тематики. И в случае согласия научного консультанта участник начинает вести исследования в составе «исследовательского треугольника»: молодой исследователь – научный руководитель – научный консультант. В результате участник вводит в систему «АРИСТЕЙ» информацию о нескольких заинтересовавших его темах. Одновременно он участвует в небольшой учебно-развивающей программе, формирующей у него необходимые знания и умения для качественного выполнения последующих трех этапов деятельности.

3. УСТАНОВЛЕНИЕ КОНТАКТА С НАУЧНЫМ КОНСУЛЬТАНТОМ ПО РЕКОМЕНДОВАННОЙ ТЕМЕ НИР.

На этом этапе система проводит оптимальное распределение заявок участников по темам, учитывая научные интересы участников и равномерность нагрузки научных консультантов. В результате каждый участник получает рекомендацию по выбору единственной темы. Участник направляет научному консультанту обращение с кратким рассказом о себе и просьбой согласиться консультировать по предложенной теме. При согласии консультанта образовавшейся «исследовательский треугольник» приступает к работе.

4. НАУКОМЕТРИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ РАЗВИВАЮЩЕЙ СТРУКТУРЫ ПРЕДСТОЯЩЕЙ НИР.

Этот этап имеет большое значение во всей исследовательской деятельности участника в рамках системы «АРИСТЕЙ». На нем «исследовательский треугольник» формирует общее представление о предстоящей исследовательской работе на основе рассмотрения нескольких последовательно предлагаемых вариантов с учетом анализа результатов оценки ее содержательной и развивающей структуры по унифицированной системе 15 критериев (таблица 5.16).

Таблица 5.16 – Система частных критериев оценки творческой составляющей научно-исследовательских работ (НИР), выполняемых молодыми исследователями в рамках системы «АРИСТЕЙ»

Частные критерии оценки НИР	Сравнительная важность частных критериев (Н – наиболее важный, В – важный, О – обычный)			
	Школьники старших классов	Студенты младших курсов	Студенты старших курсов	Магистранты и аспиранты
1. Тип результатов НИР (уровень исследования)	Н	Н	Н	Н
2. Результаты НИР соответствуют тематике научной деятельности руководителя, научной группы кафедры, вуза, организации	В	В	О	В
3. Результаты НИР относятся к перспективному направлению науки, техники, технологий	О	В	В	О
4. Направлена (подготовлена) публикация в научной печати	О	О	Н	Н
5. Результаты НИР внедрены или подготовлены к внедрению в сторонних организациях	В	О	В	Н
6. Представлен глубокий обзор научной проблематики	В	В	О	О
7. Используются теоретические методы (математические, понятийный аппарат социально-гуманитарного научного познания)	Н	О	Н	В
8. Получены новые научные результаты	Н	О	В	Н
9. Имеются собственные оригинальные идеи участника	В	В	В	В
10. Имеется глубокий анализ литературы (по авторам и времени)	В	Н	Н	О
11. Используются / разработаны специальные технологии проведения исследований	В	О	В	Н
12. Масштабность предполагаемых последствий полной реализации результатов НИР	Н	В	О	В
13. Масштабность проведенного исследования	Н	Н	О	О
14. Качество оформления представленных результатов НИР	В	Н	В	О
15. Качество доклада и ответов на вопросы при защите НИР	О	В	Н	В

Это позволяет рассчитать для каждого варианта ожидаемый уровень сформированности основных исследовательских компетенций, который необходим для выполнения исследовательской работы, получающей такую оценку. С учетом предварительных представлений о степени сформированности этих компетенций у участника в настоящий момент обсуждается, какую помощь окажут ему научный руководитель и консультант, компенсируя в процессе деятельности его недостаточную компетентность, и насколько глубоко он будет реализовывать отдельные элементы предстоящей работы.

Таблица 5.17 – Основных функций исследовательской деятельности

№	Функции исследовательской деятельности
1	Поиск тематики
2	Постановку (осознание) темы исследования
3	Формирование ключевой идеи (плана) решения
4	Выбор освоение и реализацию необходимого обеспечения
5	Реализацию отдельных элементов исследования (элементов плана решения)
6	Синтез решения (собственно исследование)
7	Оформление решения
8	Ввод в научный обиход защиту и сопровождение решения
9	Внутренний критический анализ решения

Помощь в этой глубокой научно-методической работе им оказывает специальный программный модуль системы «АРИСТЕЙ», позволяющий при вводе дополнительной информации об исследовательских возможностях участника в настоящий момент предложить наиболее оптимальную методическую структуру предстоящей исследовательской работы. Основной экран этого модуля для начинающего участника системы «АРИСТЕЙ» показан на рисунке 5.4, а для участника, уже выполнявшего в рамках системы хотя бы одну исследовательскую работу, – на рисунке 5.5.

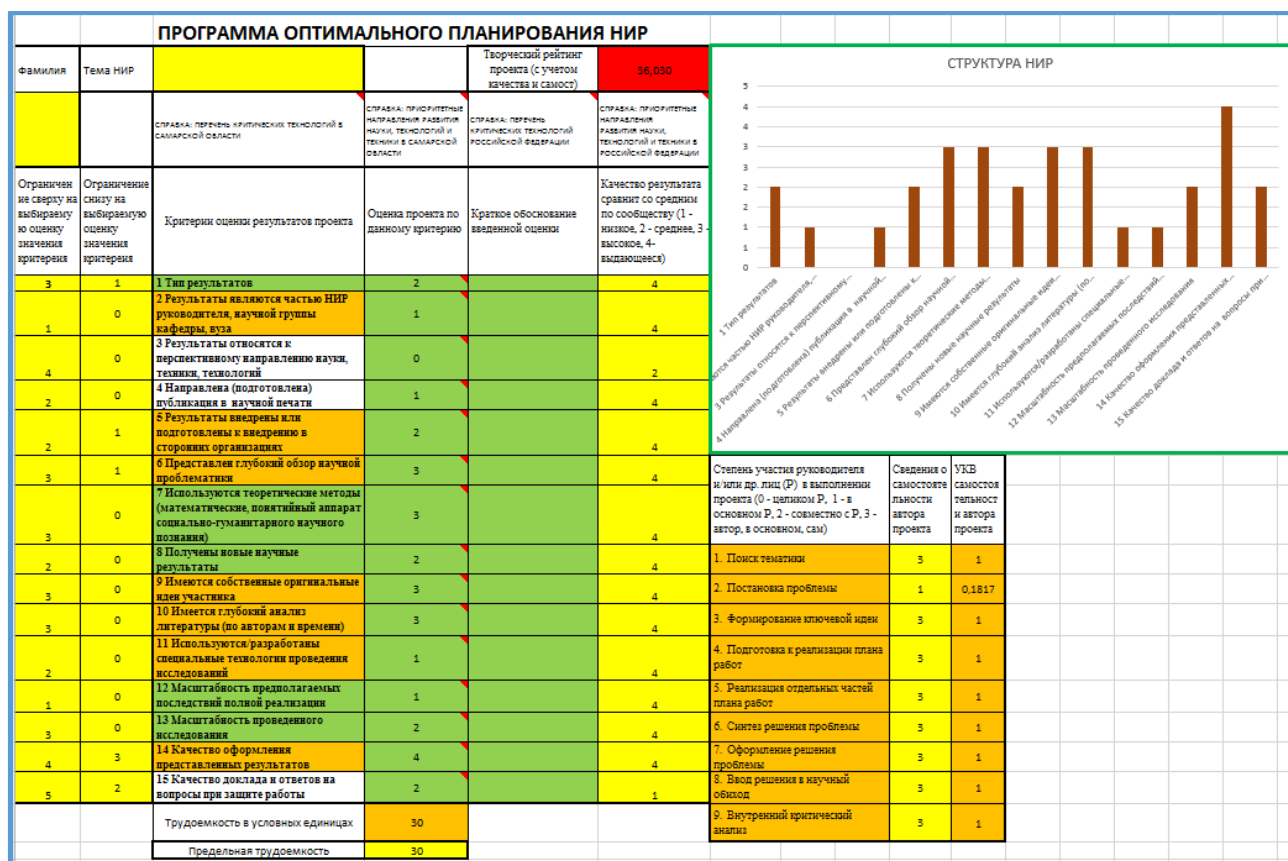


Рисунок 5.4 – Экран модуля оптимального планирования НИР для нового участника системы «АРИСТЕЙ»

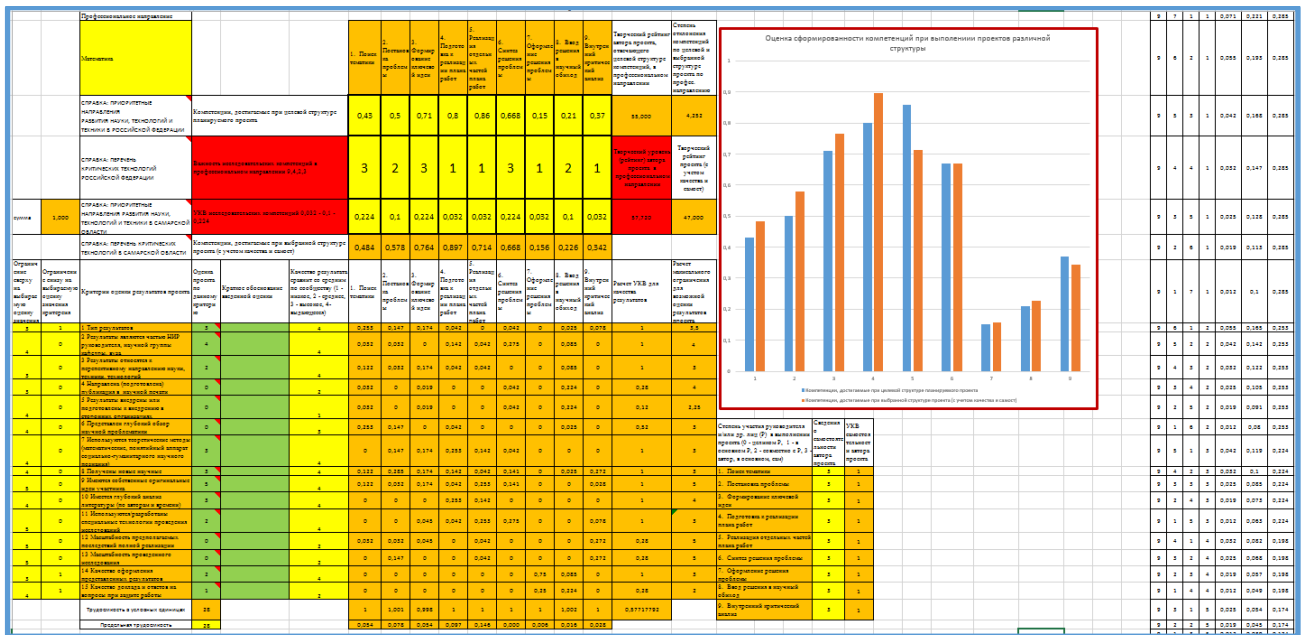


Рисунок 5.5 – Экран модуля оптимального планирования НИР для участника системы «АРИСТЕЙ»

Указанный модуль позволяет также разработать на этапе 11 годовичного цикла оптимальную траекторию своего творческого развития на ближайшие несколько лет, представленную графически на рисунке 5.7.

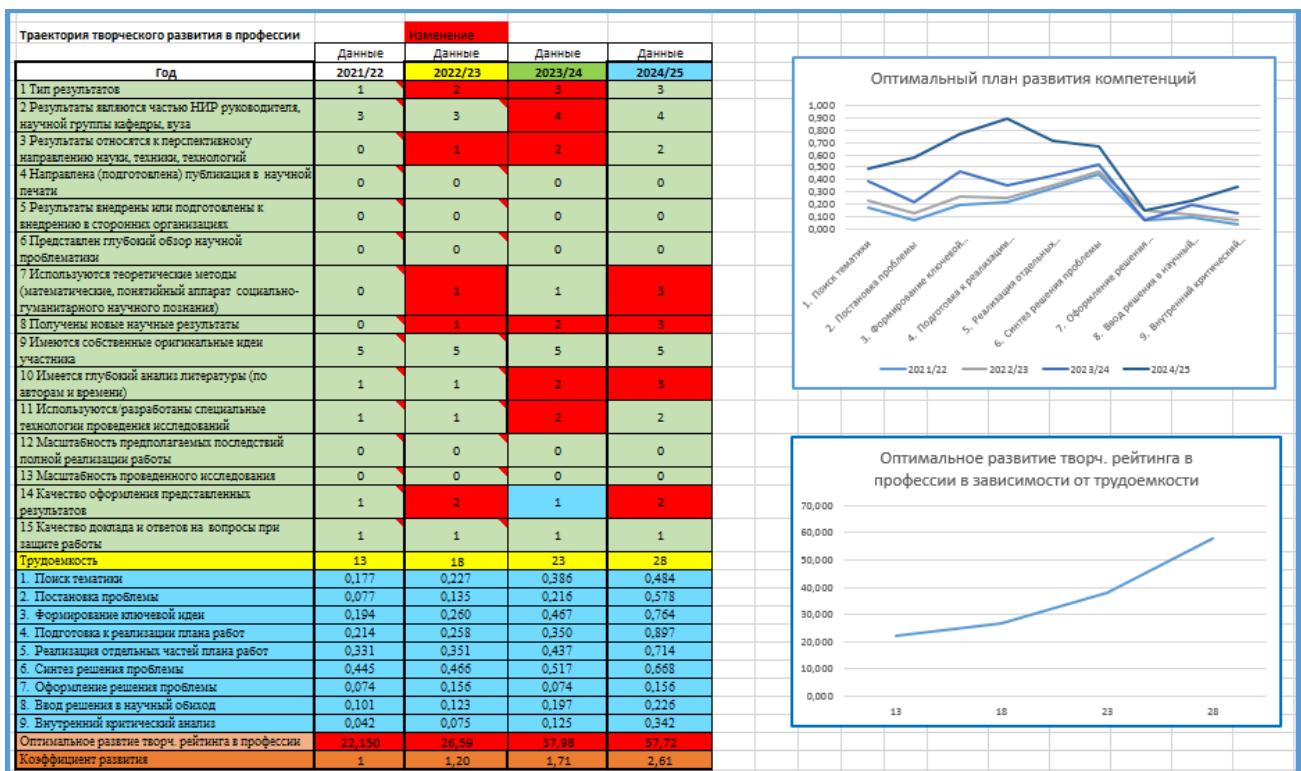


Рисунок 5.6 – Траектория творческого развития участника системы «АРИСТЕЙ»

5. НАУЧНО МОДЕРИРУЕМОЕ ВЫПОЛНЕНИЕ НИР.

На этом этапе в процессе выполнения исследовательской работы участник периодически вводит в информационную систему краткие сообщения о состоянии дел, что позволяет оказать «исследовательскому треугольнику» необходимую организационную и иную поддержку. Эта поддержка включает также ряд необходимых развивающих мероприятий, рассчитанных на определенные группы участников, в зависимости от опережающего характера их деятельности, по таким универсальным исследовательским компетенциям, как методы статистического и многокритериального анализа и основания решений, исследовательская инфографика, методы расширенного информационного поиска, а также научно-популярные лекции по наиболее перспективным научным направлениям и пр. После завершения этих мероприятий слушателям может оказываться дополнительная консультационная помощь в использовании полученных знаний в исследовании.

Особенно важным мероприятием, проводимым примерно в середине периода выполнения исследовательской работы, является переоценка ее творческой структуры, ранее запланированной на этапе 4, с учетом уже полученных результатов, накопленного опыта и новых знаний. При этом количественные результаты оценки анонимно вводятся в систему «АРИСТЕЙ», что позволяет ее участникам увидеть свой предполагаемый творческий уровень на фоне интересующей их выборки из числа всех участников.

6. ОЦЕНКА ТЕКУЩЕГО УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ И ЗНАЧИМЫХ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК.

Наряду с планированием, это один из наиболее важных и наукоемких элементов наукометрической поддержки творческого развития участников системы «АРИСТЕЙ». Он напрямую не воздействует на ход выполнения текущей работы, однако дает основу для осознания уровня своего творческого потенциала и планирования своего дальнейшего комплексного развития. На этом этапе участник вводит в систему «АРИСТЕЙ» результаты нескольких пройденных психологических тестов, в том числе Кеттела, Климова, Кирюкова (на синтетическое мышление), предполагаемую оценку своей НИР по 15 критериям и некоторую другую информацию и получает в ответ информацию о своей демонстрируемой в настоящий момент исследовательской квалификации и психологическом статусе по 17 позициям, а также расчетный уровень перспективности творческой деятельности более чем по десяти основным научным направлениям с указанием относительного положения по сравнению с другими участниками системы (конечно, анонимно в отношении этих участников). Часть результатов показана на рисунках 5.6, 5.7.

7. ОПТИМАЛЬНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ СВОЕЙ РАЗВИВАЮЩЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.

Безусловно, участники системы «АРИСТЕЙ», особенно младших возрастных категорий, не могут самостоятельно использовать сведения, предоставленный им на шестом этапе, для того чтобы, помимо выполняемой исследовательской работы, продумать и реализовать некоторые дополнительные меры, направленные на расширение кругозора, развитие определенных психологических качеств личности и т. п. Поэтому на данном этапе предполагается обсуждение этих сведений участником по его желанию со старшими наставниками: научным руководителем, научным консультантом, родителями и др.

8. УЧАСТИЕ В ИНДИВИДУАЛЬНО ЗНАЧИМЫХ РАЗВИВАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЯХ.

Здесь имеются в виду мероприятия, проводимые вне рамок системы «АРИСТЕЙ» по итогам решений, принимаемых участником на предыдущем этапе. При желании он может фиксировать их в информационной базе системы сугубо конфиденциально, только для тематического документирования своей развивающей деятельности, однако система не будет не только оглашать их (что естественно), но и ни в какой форме не будет использовать.

9. ПОЛНОЦЕННАЯ ОБЪЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА ТВОРЧЕСКОЙ И РАЗВИВАЮЩЕЙ ЦЕННОСТИ ВЫПОЛНЕННОЙ НИР.

Это заключительный этап выполнения исследовательской работы, на котором она завершается, оформляется и представляется на итоговый ежегодный конкурс исследовательских работ системы «АРИСТЕЙ». Особенности этого конкурса является стремление обеспечить максимально объективный и полноценный анализ содержательного и развивающего результата работы как основы для определения демонстрируемого в этой работе уровня сформированности исследовательских компетенций и развития важных для творческой деятельности психологических характеристик личности участника. Для этого представленные работы оцениваются слепым методом двумя независимыми рецензентами по системе 15 критериев. Автор работы имеет возможность, как и его руководитель и консультант по отдельности, представить свою комментированную оценку работы по этим же 15 критериям.

10. РЕАЛИЗАЦИЯ ВОЗМОЖНОСТЕЙ, СВЯЗАННЫХ С ВЫПОЛНЕННОЙ НИР.

По результатам предыдущего этапа участники поощряются в соответствии с возможностями, имеющимися в системе «АРИСТЕЙ». Они также направляют свою работу по своему усмотрению на различные конкурсные, презентационные и поддерживающие мероприятия различного уровня и, консультируясь со своим руководителем и консультантом, стремятся наилучшим образом использовать открывающиеся при этом возможности. Сведения о результатах этой деятельности они по желанию направляют в информационную базу системы «АРИСТЕЙ». Эти сведения используются системой в формируемых ею сводных результатах деятельности, а также для анализа степени активности и общественного признания участника как составных частей его творческого профиля.

11. ФОРМИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ПЛАНА ТВОРЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ НА БЛИЖАЙШИЕ ГОДЫ.

Этот третий из важнейших и наиболее наукоемких этапов. Он реализуется в конце учебного года после защиты участником своей исследовательской работы на конкурсе системы «АРИСТЕЙ». Наиболее он важен для десяти- и одиннадцатиклассников, перед которыми стоит вопрос о выборе вуза и студентов, завершающих обучение в бакалавриате и для студентов 3–4-го курсов, выбирающих направления поступления в магистратуру и трудовой деятельности. Здесь система «АРИСТЕЙ» оказывает им поддержку. Например, школьникам она позволяет систематизировать необходимые сведения и с учетом их выявленного творческого потенциала и некоторых дополнительно представленных сведений (таблица 5.18) дает рекомендации и перспективности выбора вуза и направления обучения в нем (таблицы 5.19, 5.20).

Таблица 5.18 – Дополнительные сведения для формирования рекомендаций о выборе вуза

		Краткое название вуза				
		СПбГУ	МГУ	ГАУГН	УрФУ	СНИУ
Балл вуза за предыдущий год в национальном рейтинге университетов (URL: https://academia.interfax.ru/ru/ratings/?rating=1&year=2019&page=15)		845	1000	415	710	494
Прошлый средний проходной балл по направлениям обучения из таблицы 6 (не более 6)	Экономика	90	83	83	0	90
	Юриспруденция	98	88	80	0	90

(URL: https://vuzopedia.ru/)	Социология	91	78	0	82	77
Каковы возможности твоей профессиональной карьеры и культурного развития в случае, если вуз находится не там, где ты сейчас живешь (0 – ниже, чем в месте нынешнего проживания, 1 – те же, 2 – выше, 3 – намного выше)		3	3	2	1	2
Насколько обременительно финансово твое обучение в вузе (0 – нисколько, 1 – приемлемо, 2 – сложно, 3 – очень сложно)		1	2	1	1	2
Насколько психологически сложна для тебя связанная с обучением в вузе разлука с семьей, друзьями (0 – разлука не требуется, 1 – несложна, 2 – переживу, 3 – требуется постоянно помогать семье)		1	1	1	1	1
Насколько вуз желателен для тебя, если не учитывать все иные соображения (от 1 до 3, где единица означает максимальную значимость, а тройка – минимальную)		1	1	1	1	1

Таблица 5.19 – Рекомендации по перспективности выбора вуза

Ср. балл ЕГЭ	Краткое название вуза				
	СПбГУ	МГУ	ГАУГН	УрФУ	СНИУ
78		0,672			0,544
80		0,672			0,544
82		0,672	0,460	0,575	0,544
84		0,672	0,513	0,575	0,544
86		0,672	0,513	0,575	0,544
88		0,672	0,513	0,575	0,544
90	0,704	0,672	0,513	0,575	0,544
92	0,900	0,672	0,513	0,575	0,544
94	0,900	0,672	0,513	0,575	0,544
96	0,900	0,672	0,513	0,575	0,544
98	0,900	0,672	0,513	0,575	0,544
100	0,900	0,672	0,513	0,575	0,544

Таблица 5.20 – Рекомендации по перспективности выбора образовательного направления

№	Образовательное направление	Насколько это направление желательно для тебя, если не учитывать все иные соображения (большой порядковый номер – менее желательно)	Твой творческий рейтинг по этому направлению (рассчитан)	Перспективность выбора направления образования в вузе, баллы
1	Экономика	1	1,79	0,83
2	Юриспруденция	2	1,98	0,89
3	Социология	1	2,18	1

Для каждого участника рассчитывается оптимальная методическая структура его исследовательской деятельности на четыре ближайших года. Для этого используется имитационная модель, основным экран которой показан на рисунке 5.7.

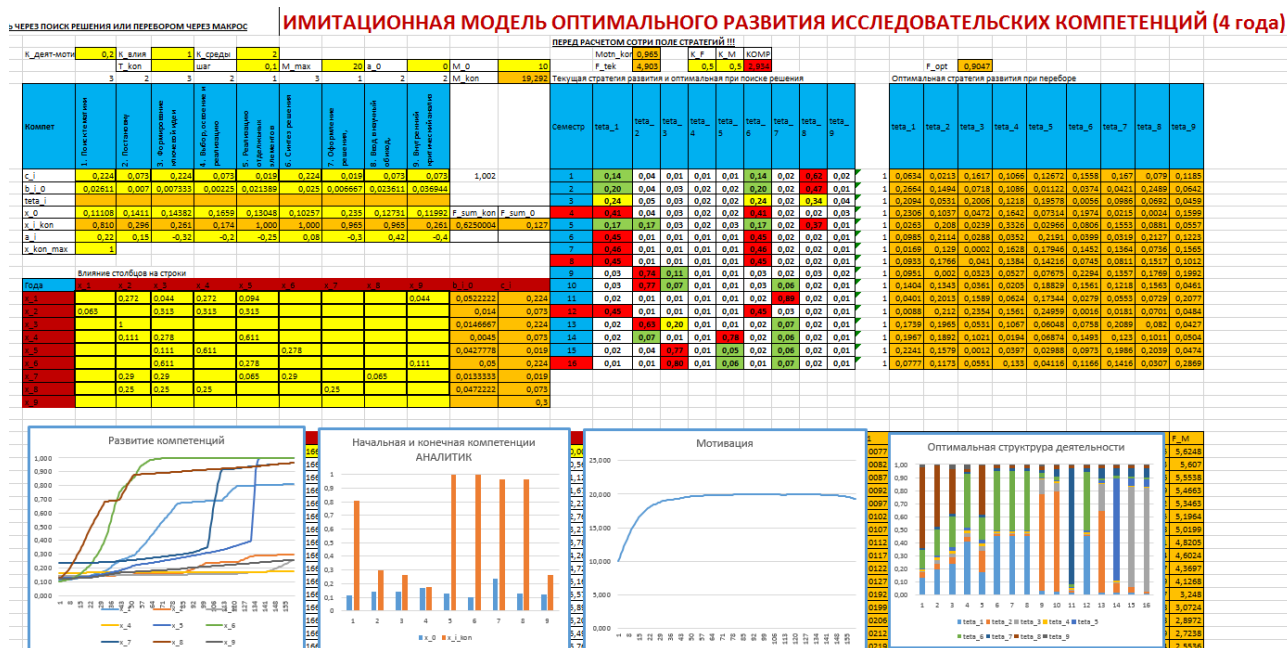


Рисунок 5.7 – Экран программы оптимального планирования исследовательской деятельности на первом (начальном) уровне

Результаты этого моделирования используются постоянными участниками системы «АРИСТЕЙ» на этапе оптимального планирования очередной исследовательской работы как одна из составляющих целевой установки на этот период (так называемое «скользящее» планирование).

12. ПЕРЕХОД К СТАРТОВОМУ ЭТАПУ СЛЕДУЮЩЕГО ГОДА.

Этот этап реализуется непосредственно в начале очередного учебного года, когда участник анализирует происшедшие за весь предыдущий год перемены, в том числе окончание школы, поступление в вуз, в магистратуру, на работу, и решает вопрос о продолжении участия в программе «АРИСТЕЙ».

5.7. Самостоятельная работа «Расчет структуры и творческого рейтинга НИР»

Структура работы:

А. Расчет предполагаемого студентом творческого профиля и рейтингов выбранной им статьи, а также кейса из системы ПРОФСТАЖИРОВКА 2.0 (URL: <https://профстажировки.рф/>).

Б. Расчет уровня сформированности исследовательских компетенций студента по шкале оценки результатов исследовательской деятельности научных работников.

В. Подбор структуры своей исследовательской деятельности на ближайший период в максимальном соответствии со своими исследовательскими компетенциями и наиболее эффективным направлением профессиональной деятельности.

Ниже приводится последовательность действий. Результаты заносятся в соответствующие формы. В некоторых случаях дан пример их заполнения.

А. Расчет предполагаемого студентом творческого профиля и рейтинга выбранной статьи.

1. Открыть свою презентацию по выбранной статье, в конце которой приведены обоснованные оценки этой статьи по 15 критериям.

2. Открыть Программу расчета рейтинга исследовательского проекта (далее – Программа).
3. Ввести в таблицу 5.21 и в Программу значения 15 критериев оценки статьи.
4. Записать в таблицу 5.22 рассчитанный Программой творческий рейтинг статьи в предположении высокого качества результатов по отдельным критериям и полной самостоятельности ее автора.
5. Ввести в Программу и записать в таблицу 5.21 оценку студентом качества результатов статьи по 15 критериям.
6. Записать в таблицу 5.22 рассчитанный Программой творческий рейтинг статьи в предположении полной самостоятельности ее автора и **оцененного студентом качества результатов по отдельным критериям (отличники захотят пояснить свои оценки).**

Таблица 5.21 – Структура результатов и оценки НИР по выбранной статье

Критерии оценки проекта	Оценка проекта по критерию	Признак высокого качества (равен трем) результата сравнит со средним по сообществу	Признак качества результата сравнит со средним по сообществу по оценке студента (1 – низкое, 2 – среднее, 3 – высокое, 4 – выдающееся)
1. Тип результатов	2	3	4
2. Результаты являются частью НИР руководителя, научной группы кафедры, вуза	3	3	2
3. Результаты относятся к перспективному направлению науки, техники, технологий	2	3	2
4. Направлена (подготовлена) публикация в научной печати	3	3	2
5. Результаты внедрены или подготовлены к внедрению в сторонних организациях	0	3	2
6. Представлен глубокий обзор научной проблематики	2	3	3
7. Используются теоретические методы (математические, понятийный аппарат социально-гуманитарного научного познания)	0	3	2
8. Получены новые научные результаты	3	3	4
9. Имеются собственные оригинальные идеи участника	0	3	2
10. Имеется глубокий анализ литературы (по авторам и времени)	2	3	2
11. Используются/разработаны специальные технологии проведения исследований	0	3	2
12. Масштабность предполагаемых последствий полной реализации работы	0	3	2

13. Масштабность проведенного исследования	2	3	3
14. Качество оформления представленных результатов	3	3	2
15. Качество доклада и ответов на вопросы при защите работы	3	3	2

Таблица 5.22 – Структура исследовательских компетенций, демонстрируемая выбранной статьей

Характеристика	Уровень сформированности исследовательских компетенций											
	1. Поиск тематики	2. Постановка проблемы	3. Формирование ключевой идеи	4. Подготовка к реализации плана работ	5. Реализация отдельных частей плана работ	6. Синтез решения проблемы	7. Оформление решения проблемы	8. Ввод решения в научный обиход	9. Внутренний критический анализ	Творческий рейтинг проекта (с учетом самост.)	Творческий уровень (рейтинг) автора проекта в профессиональном направлении студента	
Уровень сформированности исследовательских компетенций автора статьи	0,071	0,096	0,108	0,086	0,120	0,107	0,047	0,059	0,141	10,85	Заполнить читателю, используя описанную компьютерную программу	
в соответствии с оценкой студентом качества результатов представленной в таблице 2	0,030	0,052	0,037	0,021	0,039	0,026	0,047	0,026	0,109	6,9	Предлагаем заполнить самому читателю	

Б. Расчет уровня сформированности исследовательских компетенций студента в шкале оценки результатов исследовательской деятельности научных работников.

1. Открыть Рекомендации по своей Анкете 2.
2. Записать в таблицу 5.23 в строку «Уровень сформированности исследовательских компетенций студента из рекомендаций по Анкете 2» (по 5-балльной шкале)» взятый из Рекомендаций уровень сформированности своих исследовательских компетенций (по 5-балльной шкале).

3. В соответствии с таблицей 5.23 (первый и третий столбцы) записать в таблицу 5.24 в соответствующую строку уровень сформированности исследовательских компетенций студента из рекомендаций по Анкете 2 в относительной шкале для научных работников. Затем перенести эту строку в строку Программы «Компетенции, достигаемые при целевой структуре планируемого проекта».

Таблица 5.23 – Уровень сформированности исследовательских компетенций студента по данным психологических тестов

Характеристика	1. Поиск тематики	2. Постановка проблемы	3. Формирование ключевой идеи	4. Подготовка к реализации плана работ	5. Реализация отдельных частей плана работ	6. Синтез решения проблемы	7. Оформление решения проблемы	8. Ввод решения в научный обиход	9. Внутренний критический анализ	Творческий рейтинг проекта (с учетом самост.)	Творческий уровень (рейтинг) автора проекта в профессиональном направлении
Уровень сформированности исследовательских компетенций студента из рекомендаций по Анкете 2 (по 5-балльной шкале)	2	1	3	3	3	3	1	2	3		
Уровень сформированности исследовательских компетенций студента из рекомендаций по Анкете 2 в относительной шкале для научных сотрудников	0,024	0,01	0,04	0,04	0,04	0,04	0,01	0,024	0,04	Заполнить читателю, используя описанную компьютерную программу	Заполнить читателю, используя описанную компьютерную программу

Таблица 5.24 – Учет стадии формирования молодого исследователя

Таблица пересчета уровня сформированности исследовательских компетенций из Рекомендаций к Анкете 2 в уровень их сформированности для научных работников					
Код оценки в Рекомендациях	Уровень значимости сравнительно с максимальным для школьной квалификации	Уровень в возрастной вертикали			
		Уровень значимости сравнительно с максимальным для молодого специалиста			
		абитуриент	бакалавр	магистр	научный работник
		0,12	0,27	0,51	1
1	0,08	0,01	0,022	0,041	0,08
2	0,2	0,024	0,054	0,102	0,2
3	0,33	0,04	0,089	0,168	0,33
4	0,55	0,066	0,149	0,281	0,55
5	1	0,12	0,27	0,51	1

4. Сопоставить предполагаемые студентом исследовательские компетенции автора статьи со своими исследовательскими компетенциями из Анкеты 2.

5. Выяснить из рекомендаций к Анкете 2 желательный, по мнению специалистов, уровень важности различных исследовательских компетенций в профессиональной сфере деятельности, рекомендованной для студента в Анкете 2. Вписать в таблицу 5.25 его значения по трехбалльной шкале.

Таблица 5.25 – Сравнительная важность различных исследовательских компетенций студента для успешной творческой деятельности по профессиональному направлению «Математика»

Характеристика	1. Поиск тематики	2. Постановка проблемы	3. Формирование ключевой идеи	4. Подготовка к реализации плана работ	5. Реализация отдельных частей плана работ	6. Синтез решения проблемы	7. Оформление решения проблемы	8. Ввод решения в научный обиход	9. Внутренний критический анализ
Желательный уровень важности исследовательских компетенций (по 3-балльной шкале), по мнению специалистов, в профессиональной сфере деятельности (вписать название Математика)	3	2	3	1	1	3	1	2	1
УКВ (универсальные коэффициенты важности) различных исследовательских компетенций в профессиональной сфере деятельности (вписать название, код В1, В2, В3 Математика 423)	0,224	0,1	0,224	0,032	0,032	0,224	0,032	0,1	0,032

6. Вписать в таблицу 5.25 в строку «УКВ различных исследовательских компетенций в профессиональной сфере деятельности» УКВ сравнительной важности различных исследовательских компетенций для сферы профессиональной деятельности студента. Для этого подсчитать число компетенций, имеющих одинаковую важность, и из таблицы, расположенной в Программе справа от диаграммы, найти значения УКВ. Если какие-то компетенции имеют нулевой уровень важности, заменить его на первый; если отсутствуют компетенции с третьим уровнем важности, перевести по своему разумному усмотрению для одной из компетенций второй уровень важности в третий; пояснить ниже, зачем это сделано:

7. Ввести полученные УКВ сравнительной важности различных исследовательских компетенций для соответствующей сферы деятельности в Программу в строку «УКВ исследовательских компетенций в профессиональной сфере деятельности».

8. Изменяя необходимые данные в Программе, заполнить незаполненные клетки в таблицах 2, 3. **ТРЕБУЕТ СООБРАЗИТЕЛЬНОСТИ!**

В. Подбор структуры своей исследовательской деятельности на ближайший период в максимальном соответствии со своими исследовательскими компетенциям и наиболее эффективным направлением профессиональной деятельности.

1. Варьируя реальные для студента значениями структуры, качества результатов и степень самостоятельности при выполнении предполагаемого исследовательского проекта, подобрать такие характеристики этого проекта, при которых демонстрируемый им уровень сформированности исследовательских компетенций студента в его профессиональной сфере деятельности будет максимально близок к его исследовательским компетенциям, выявленным на основе анализа Анкеты 2. Степень близости определяется числом, находящимся в ячейке AN5 (красный фон). **ТРЕБУЕТ СООБРАЗИТЕЛЬНОСТИ, НАСТОЙЧИВОСТИ И ЛЮБОпытства!**

При варьировании оценок нужно учитывать, что между их возможными значениями существуют «мягкие» перекрестные связи. Например, ненулевая оценка типа работы не может быть поставлена, если в работе полностью отсутствуют, пусть незначительные, научные результаты, анализ литературы, проведенное исследование. Для более высокого уровня этой оценки необходим и более высокий уровень хотя бы некоторых из перечисленных влияющих на нее результатов.

2. Приблизительно соответствующие условия представлены в таблице 5.26.

3. Занести четыре наиболее удачных попытки в таблицы 5.27, 5.28, перенося данные из Программы. Столбец, отвечающий наилучшему решению, выделить жирным шрифтом.

Таблица 5.26 – Схема взаимосвязи пятнадцати оценок (критериев) проекта

Оценка проекта по критерию, записанному в строке данного столбца, не превосходит максимальной из оценок проекта по другим критериям, отмеченным в столбцах этой строки	1. Тип результатов	2. Результаты являются частью НИР руководителя, научной группы кафедры, вуза	3. Результаты относятся к перспективному направлению науки, техники, технологий	4. Направлена (подготовлена) публикация в научной печати	5. Результаты внедрены или подготовлены к внедрению в сторонних организациях	6. Представлен глубокий обзор научной проблематики	7. Используются теоретические методы (математические, понятийный аппарат социально-гуманитарного научного познания)	8. Получены новые научные результаты	9. Имеются собственные оригинальные идеи учасника	10. Имеется глубокий анализ литературы (по авторам и времени)	11. Используются / разработаны специальные технологии проведения исследований	12. Масштабность предполагаемых последствий полной реализации работы	13. Масштабность проведенного исследования	14. Качество оформления представленных результатов	15. Качество доклада и ответов на вопросы при защите работы
1. Тип результатов				1				1	1	1					
2. Результаты являются частью НИР руководителя, научной группы кафедры, вуза															
3. Результаты относятся к перспективному направлению науки, техники, технологий															
4. Направлена (подготовлена) публикация в научной печати							1	1	1					1	
5. Результаты внедрены или подготовлены к внедрению в сторонних организациях														1	1
6. Представлен глубокий обзор научной проблематики										1					
7. Используются теоретические методы (математические, понятийный аппарат социально-										1					

гуманитарного научного познания)																
8. Получены новые научные результаты										1						
9. Имеются собственные оригинальные идеи участника																
10. Имеется глубокий анализ литературы (по авторам и времени)																
11. Используются / разработаны специальные технологии проведения исследований										1						
12. Масштабность предполагаемых последствий полной реализации работы																
13. Масштабность проведенного исследования																
14. Качество оформления представленных результатов																
15. Качество доклада и ответов на вопросы при защите работы															1	

Таблица 5.27 – Наилучшая подобранная студентом структура проектируемой научно-исследовательской работы

Номер попытки	1			2			3			4		
Степень отклонения компетенций по целевой и выбранной структуре проекта по проф. направлению	1,336											
Творческий рейтинг проекта (с учетом самостоятельности студента)												
Творческий уровень (рейтинг) автора проекта в профессиональном направлении												
Критерии оценки проекта	Оценка проекта по критерию	Признак качества результата		Оценка проекта по критерию	Признак качества результата		Оценка проекта по критерию	Признак качества результата		Оценка проекта по критерию	Признак качества результата	
1. Тип результатов	1	3										
2. Результаты являются частью НИР руководителя, научной группы кафедры, вуза	2	1										
3. Результаты относятся к перспективному направлению науки, техники, технологий	2	1										
4. Направлена (подготовлена) публикация в научной печати	0	1										
5. Результаты внедрены или подготовлены к внедрению в сторонних организациях	2	1										
6. Представлен глубокий обзор научной проблематики	0	1										
7. Используются теоретические методы (математические, понятийный аппарат социально-гуманитарного научного познания)	2	1										

8. Получены новые научные результаты	2	1											
9. Имеются собственные оригинальные идеи участника	3	1											
10. Имеется глубокий анализ литературы (по авторам и времени)	1	1											
11. Используются / разработаны специальные технологии проведения исследований	2	1											
12. Масштабность предполагаемых последствий полной реализации работы	3	3											
13. Масштабность проведенного исследования	3	3											
14. Качество оформления представленных результатов	1	3											
15. Качество доклада и ответов на вопросы при защите работы	1	3											

Таблица 5.28 – Признак самостоятельности при выполнении проекта

Степень участия руководителя и / или др. лиц (Р) в выполнении проекта (0 – целиком Р, 1 – в основном Р, 2 – совместно с Р, 3 – автор в основном сам)	НОМЕР ПОПЫТКИ			
	1	2	3	4
1. Поиск тематики	3			
2. Постановка проблемы	3			
3. Формирование ключевой идеи	3			
4. Подготовка к реализации плана работ	3			
5. Реализация отдельных частей плана работ	3			
6. Синтез решения проблемы	3			
7. Оформление решения проблемы	3			
8. Ввод решения в научный обиход	3			
9. Внутренний критический анализ	3			

4. В виде краткого реферата описать проделанную работу, проанализировать результаты с построением необходимых диаграмм и сделать выводы. **ТРЕБУЕТ ТВОРЧЕСКОГО ПОДХОДА И ЛУЧШЕ ЛЮБЫХ ТЕСТОВ ХАРАКТЕРИЗУЕТ ТВОРЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ СТУДЕНТА.**

5.8. Самостоятельная работа «Построение наукометрического портрета»

Используя соответствующую компьютерную программу, ввести необходимые исходные данные и получить свой наукометрический портрет. Проанализировать его и определить несколько основных направлений своей деятельности на предстоящий год, направленных на улучшение отдельных позиций этого наукометрического портрета.

6. Математическое моделирование формирования исследовательских компетенций в процессе исследовательской деятельности

6.1. Общие положения

Для того чтобы быть эффективным, процесс формирования исследовательских компетенций должен быть управляемым. Эффективно управляемый процесс в социальных системах характеризуется наличием:

- 1) измеримых целей управления (стратегических и тактических),
- 2) критериев управления,
- 3) модели процесса, которой располагает субъект управления,
- 4) разработанной на основе этой модели оптимальной траектории или синтеза оптимального управления (закона выдачи управленческих воздействий в зависимости от положения объекта управления в фазовом пространстве),
- 5) измерительного органа, осуществляющего непрерывный мониторинг процесса,
- 6) регулирования, т. е. выдачи управленческих воздействий, которые на основе мониторинга и модели процесса обеспечивают отслеживание оптимальной траектории или реализацию оптимального синтеза управления.

В противном случае деятельность будет просто набором мероприятий, обладающих локальной полезностью, но даже не претендующих на целевое решение проблемы. Такая система нетехнологична, если понимать под технологией «систематичное и последовательное воплощение на практике заранее спроектированного учебно-воспитательного процесса» [25], направленного на преобразование своего объекта – развивающейся личности.

Причина такого положения в первую очередь заключается в отсутствии достаточно полной модели развития научных способностей. Это не удивительно, поскольку развитие научных способностей является одной из наиболее сложных проблем педагогики. Сложность ее определяется тем, что:

- ее объектом являются наивысшие проявления человеческого разума;
- развитие научных способностей происходит в течение практически всей сознательной жизни ученого (начиная с 14–15 лет), т. е. охватывает весьма длительный период, наименее изученный педагогией;
- проявления научных способностей настолько специфицированы (не только по областям науки, но и по своим результатам – ведь каждый из них, по определению, является новым), что даже их систематизация, а тем более сопоставительное изучение, чрезвычайно трудно.

Принципиально новым шагом в данном направлении может стать использование мощного аппарата моделирования процессов, которым обладает современная математика, в частности, дифференциальных уравнений, теории оптимального управления, принятия решений в условиях неопределенности. Его применение оказалось весьма плодотворным в индустриальной динамике, анализе пределов роста цивилизации и иных столь же сложных областях. Правда, на первый взгляд, задача математического описания творческого развития исследователя может показаться мало корректной и не имеющей практического значения. Действительно, развитие конкретной творческой личности настолько индивидуально и зависит от стечения жизненных обстоятельств, что трудно представить себе его формализованное описание. Тем не менее в науке непрерывно предпринимаются попытки подобного описания, начиная с А. Пуанкаре [26] и заканчивая Г. Альтшуллером [15]. Ситуация тем более кажется небезнадежной, если мы рассматриваем не конкретную индивидуальную судьбу, а систему работы с одаренной научной молодежью. В этом случае могут быть прослежены общие закономерности формирования исследователя и на их основе выработаны оптимальные управленческие решения. Именно в такой постановке удалось разработать математический подход к моделированию оптимального управления развитием научных способностей, представлен-

ный в этой главе. Наличие разработанной математической модели позволяет решить и проблемы оптимального управления.

Цель разработки математической модели состоит в том, чтобы описать взаимосвязанное нарастание во времени компонентов научной квалификации, вызванное собственной исследовательской деятельностью личности во взаимодействии с внешней средой. Взаимосвязь определяется тем, что функционирование личности при выполнении (и освоении ею) отдельных элементов научной деятельности различным образом влияет на такие факторы, как мотивация (определяющую время, уделяемое научной деятельности), а также, возможно, развитие интеллекта и креативности. С другой стороны, эти факторы задают темп освоения элементов деятельности. Роль внешней среды заключается в поддержке научной деятельности личности (путем возможного частичного замещения необходимой деятельности личности: научное руководство ею, выполнение обеспечивающих работ, соавторство) и ее стимулировании в зависимости от достигнутых результатов и квалификации. Подобная модель позволит исследовать целый ряд важных моментов, определяющих эффективную научную деятельность, в частности, по воспитанию одаренной молодежи. При этом нужно учитывать, что возможности строгой формализации объекта моделирования на нынешней стадии познания довольно ограничены, поэтому разработка модели опирается на следующие положения:

1. Даже при значительной неопределенности модели сам факт ее построения целесообразен, поскольку позволяет систематизировать и рассмотреть во взаимосвязи динамику факторов, определяющих развитие творческой личности. Создается база для последовательного уточнения и наращивания модели, постановки целенаправленных междисциплинарных исследований, уменьшающих ее неопределенность.

Здесь можно провести аналогию с тем, что, как говорил в свое время академик В. М. Глушков, основной эффект от создания автоматизированных систем организационного управления достигается на стадии их проектирования, поскольку при этом системно исследуется деятельность организации и «упорядочивается беспорядок».

2. Вводя в модель функциональные зависимости, следует отдавать предпочтение наиболее простым (в основном линейным или степенным), верно отражающим тенденцию, но требующим наименьшего количества исходных данных. Игнорируя тем самым второстепенные факторы, которые впоследствии могут быть учтены при наращивании модели, мы получаем возможность проследить основные закономерности. Можно сказать, что применительно к данной проблеме в этом проявляется принцип Оккама «не плодить лишних сущностей».

3. При задании исходных данных, в частности коэффициентов функциональных зависимостей, необходимо использовать математический аппарат работы с неопределенной информацией. Необходимость этого связана со сложностью определения исходных характеристик личности и прочих параметров, влияющих на процесс ее научного развития. В данном подходе учитываются такие факторы, как коэффициенты значимости отдельных элементов квалификации; коэффициенты забывания; начальная квалификация; параметры интеллекта и креативности; законы возрастного изменения интеллекта, креативности, предельной мотивации; коэффициенты возрастания квалификации; коэффициенты формирования мотивации; коэффициенты относительной трудоемкости элементов творческой деятельности. Ясно, что все они носят индивидуальный характер и необходима разработка специальных методик их определения для каждой конкретной личности. Однако прежде всего необходимо выяснить их опорные значения, тем более что в контексте рассматриваемой модели эти параметры вводятся впервые. Поэтому в настоящее время при проведении компьютерного моделирования используются значения этих параметров, назначаемые экспертным путем. При этом учитываются различные источники информации, дающие как количественные, так и качественные значения. Для того чтобы иметь возможность свести всю разнородную информацию к единым количественным оценкам, используется метод принятия решений в условиях неопределенности ПРИНН.

6.2. Фазовые переменные и управления

Перейдем к формированию математической модели, описывающей изменение научных способностей личности под влиянием ее собственной исследовательской деятельности.

Первая основная гипотеза о формировании научной квалификации.

Необходимым условием формирования научной квалификации является целостная исследовательская деятельности личности.

Как указывалось выше, определяющим фактором развития научных способностей является исследовательская деятельность индивида, которая на стадии становления ученого протекает при существенной внешней поддержке (научном руководстве). Формой самостоятельной творческой деятельности развивающейся личности является выполнение исследовательских работ. Под отдельной исследовательской работой мы будем понимать автономный целостный продукт научной деятельности. Каждая исследовательская работа имеет две стороны. С одной стороны, она характеризуется своим результатом, т. е. новым знанием, которое вносит в общую копилку человеческих знаний. Этот результат обычно материализуется в форме отдельного параграфа в научной статье, теоремы, заявки на изобретение (уровень фрагментов); научной статьи, кандидатской диссертации (уровень задач); монографии, докторской диссертации (уровень проблем и направлений). Основными характеристиками исследовательской работы в этом плане являются ее актуальность, новизна, практическая значимость, перспективы развития, обоснованность, корректность и доступность изложения.

С другой стороны, исследовательская работа выступает как средство развития научных способностей ее автора за счет приобретения им в процессе ее выполнения новых знаний, умений и навыков, тренировки уже развитых способностей, расширения кругозора, изменения своей мотивации, изменения своего положения в научном сообществе и социуме. С этих позиций она является как бы продолжением на более высоком уровне учебно-исследовательских задач, хорошо знакомых по научно-популярной литературе. Некоторое теоретическое обоснование они получили в работах Д. Пойа. Он считает их отличительными признаками участие ученика в постановке задачи, открытый, развертывающийся характер, позволяющий ставить новые задачи на основе предыдущих, интересное, увлекательное содержание. Развивая эти идеи, А. Горальский вводит понятие целевых комплексов задач. В отличие от учебно-исследовательских задач, рассчитанных на руководителя – школьного учителя, и потому лишенных научной значимости и новизны, исследовательские работы – это самая серьезная наука. Как средство развития они характеризуются своей методологической структурой, т. е. тем, какие элементы научной деятельности и в каком масштабе в них представлены.

Если исследовательская работа выполняется парой «руководитель – ученик», ее дуализм проявляется весьма существенно. Научный руководитель – ученый отличается от учителя тем, что объектом его заинтересованности в первую очередь является не ученик, а сама исследовательская работа, точнее ее результат. Именно этим он и ценен для ученика, поскольку вводит его в лабораторию настоящей, а не «учебной» науки. Но здесь же таятся и многочисленные опасности. Руководитель может исключительно «потребительски» использовать ученика на нужных ему ремесленных работах, не допуская к творческим функциям. Он может гасить самостоятельные идеи ученика, если они не вписываются в русло его идей. А самое главное, логика разворачивающегося исследования может не совпадать с логикой развития ученика и тогда вместо того, чтобы обременять себя расширением круга сотрудников и выделением для ученика самостоятельного и своеобразного участка работы, руководитель тормозит его развитие. Каждый ученый знает много примеров того, как эти опасности осуществлялись, как и примеров их преодоления крупными учеными-руководителями (например, Резерфордом в отношении Капицы). Пример из истории отечественной науки – научная школа академика Н. С. Курнакова. После его смерти она распалась и не дала заметных результатов, хотя в ее составе были академики, члены-корреспонденты АН, доктора наук.

Причину этого Б. М. Кедров [29] видит в том, что глава школы только сам выдвигал идеи, приучив своих учеников к чисто исполнительской деятельности.

При формировании математической модели используется аппарат обыкновенных дифференциальных уравнений и теории оптимального управления. Основными переменными модели являются фазовые координаты и управления.

Фазовые координаты – это функции, описывающие изменение параметров моделируемого объекта с течением времени. Развитие научных способностей будем рассматривать как процесс, протекающий в 37 мерном фазовом пространстве координат x_{ij} , $i=1,\dots,9$, $j=1,\dots,4$, M , то есть будем описывать развивающиеся творческие способности личность в каждый момент времени уровнем ее творческой квалификации по элементам исследовательской деятельности и мотивацией к исследовательской деятельности.

В соответствии с этой гипотезой, количественными показателями, описывающими научную квалификацию личности, являются характеристики ее способности реализовывать основные элементы исследовательской деятельности, а именно девять функций исследовательской деятельности:

- 1) поиск тематики;
- 2) постановка (осознание) темы исследования;
- 3) формирование ключевой идеи (плана) решения;
- 4) выбор, освоение и реализация необходимого обеспечения;
- 5) реализация отдельных элементов исследования (элементов плана решения);
- 6) синтез решения (собственно исследование);
- 7) оформление решения;
- 8) ввод в научный обиход, защита и сопровождение решения;
- 9) внутренний критический анализ решения

на четырех ее уровнях:

- 1) начальном (научный сотрудник);
- 2) задач (кандидат наук);
- 3) проблем (доктор наук);
- 4) направлений (член академии наук).

Введем следующие обозначения:

$i = 1, \dots, 9$ – номера основных функций исследовательской деятельности;

$j = 1, \dots, 4$ – номера научно-технических уровней исследовательской деятельности;

M – творческая активность (мотивация) личности, измеряемая текущим средним временем, выделяемым ею на исследовательскую деятельность (часов в месяц);

m_{ij} – текущее среднее время, уделяемое элементу научной деятельности (i,j) , (часов в месяц);

$$\sum_{\substack{i=1,\dots,9 \\ j=1,\dots,4}} m_{ij} = M, \quad (6.1)$$

x_{ij} – текущая оценка уровня квалификации личности по отдельным элементам научно-технической деятельности (i,j) , измеряется в долях от полного овладения ими:

$$0 \leq x_{ij} \leq 1, i = 1, \dots, 9, j = 1, \dots, 4 \quad (6.2)$$

Таким образом, в качестве управлений выступают переменные m_{ij} , и V_{ij} , характеризующие в каждый момент времени затраты времени развивающейся личности и ее внешней поддержки на различные элементы исследовательской деятельности.

6.3. Дифференциальные связи

6.3.1. Уравнения квалификации

Перечисленные выше фазовые координаты изменяются со временем в зависимости от характера исследовательской деятельности личности. Для описания этого изменения введем дифференциальные уравнения.

Вторая основная гипотеза о формировании научной квалификации.

Скорость изменения научной квалификации пропорциональна творческой активности личности, ее интеллекту и креативности, достигнутому уровню квалификации и величине «недостигнутой квалификации».

Поясним заключительное положение гипотезы. Представим условно, что набор простейших элементов, в совокупности охватывающий содержание «квалификации» описывается совокупностью 25 ячеек, представленных на рисунке 6.1. Каждая из них отражает некоторый элемент исследовательской квалификации. Если ячейка пуста, это значит, что соответствующий элемент развивающейся личности еще не знаком, в противном случае находящееся в ячейке число указывает, в какой степени этот элемент уже освоен личностью. Освоение происходит в процессе выполнения серии исследовательских работ (назовем их шагами). Выполнение каждой исследовательской работы включает освоение личностью (или закрепление умений) нескольких ранее не освоенных ею элементов исследовательской деятельности. Число этих элементов, которые могут быть освоены «за одну работу», ограничено, во-первых, возможностями самой личности, которые тем больше, чем больше число уже освоенных ею элементов, а во-вторых – тем, сколько новых элементов «попало» в содержание работы. Смоделируем этот процесс, считая, что общее содержание работы описывается числом элементарных отрезков, зависящих от текущей квалификации личности, а число освоенных при выполнении этой работы – числом «новых» шагов, попавших в содержание текущей работы. Квалификацию личности x в каждый момент будем измерять отношением числа «освоенных» отрезков к общему их числу. Пусть в каждой такой работе присутствуют, три элемента (для примера, можно больше или меньше). Структура шага, то есть включение в него тех или иных элементов квалификации, происходит случайно, то есть процессом развития никто не управляет. Вначале рассмотрим случай, когда элемент осваивается уже при первом его использовании личностью. Результаты такого развития по восьми случайным шагам показаны на рисунках 6.2–6.10 и в таблице 6.1.

5					
4					
3					
2					
1					
	1	2	3	4	5

Рисунок 6.1 – Поле компетенций

5					
4					
3		1			
2					
1	1		1		
	1	2	3	4	5

Рисунок 6.2 – Поле компетенций, 1-й шаг.

Активированы случайные элементы 3,2; 1,3; 1,1. Средняя активность $3/25=0,12$

5				1	
4	1				
3		1			
2		1			
1	1		1		
	1	2	3	4	5

Рисунок 6.3 – Поле компетенций, 2-й шаг.

Активированы случайные элементы 4,1; 2,2; 5,4. Средняя активность $6/25=0,24$

5			1	1	1
4	1				
3		1			
2		1		1	
1	1		1		
	1	2	3	4	5

Рисунок 6.4 – Поле компетенций, 3-й шаг.

Активированы случайные элементы 5,5; 5,3; 2,4; Средняя активность $9/25=0,36$

5			1	1	1
4	1				
3		1			
2	1	1		1	
1	1		1		
	1	2	3	4	5

Рисунок 6.5 – Поле компетенций, 4-й шаг. Активированы случайные элементы 3,2; 1,3; 2,1 – из них только один – новый. Средняя активность $10/25=0,4$

5			1	1	1
4	1		1		
3		1			
2	1	1		1	
1	1		1		
	1	2	3	4	5

Рисунок 6.6 – Поле компетенций, 5-й шаг. Активированы случайные элементы 5,4; 4,3; 4,4 – из них только один – новый. Средняя активность $11/25=0,44$

5			1	1	1
4	1		1		
3		1			
2	1	1		1	
1	1		1		
	1	2	3	4	5

Рисунок 6.7 – Поле компетенций, 6-й шаг. Активированы случайные элементы 4,1; 1,3; 4,3 – ни одного нового. Средняя активность остается прежней

5			1	1	1
4	1		1		
3		1			
2	1	1		1	
1	1		1	1	
	1	2	3	4	5

Рисунок 6.8 – Поле компетенций 7-й шаг. Активированы случайные элементы 1,4; 4,1; 5,5 – из них только один – новый. Средняя активность $12/25=0,48$.

5			1	1	1
4	1		1		
3		1			
2	1	1		1	
1	1		1	1	
	1	2	3	4	5

Рисунок 6.9 – Поле компетенций 8-й шаг. Активированы случайные элементы 1,3; 2,4; 1,1 – ни одного нового. Средняя активность остается прежней.

Таблица 6.1 – Результаты формирования исследовательской квалификации по результатам 8 шагов при полном освоении элемента за один шаг

№ шага	Количество освоенных элементов квалификации	Уровень сформированности исследовательской квалификации	Количество освоенных элементов квалификации	Уровень сформированности исследовательской квалификации
	Случайное развитие		Оптимальное развитие	
	3	0,12	3	0,12
	6	0,24	6	0,24
	9	0,36	9	0,36
	10	0,4	12	0,48
	11	0,44	16	0,62
	11	0,44	21	0,81
	12	0,48	24	0,96
	12	0,48	27	1,00

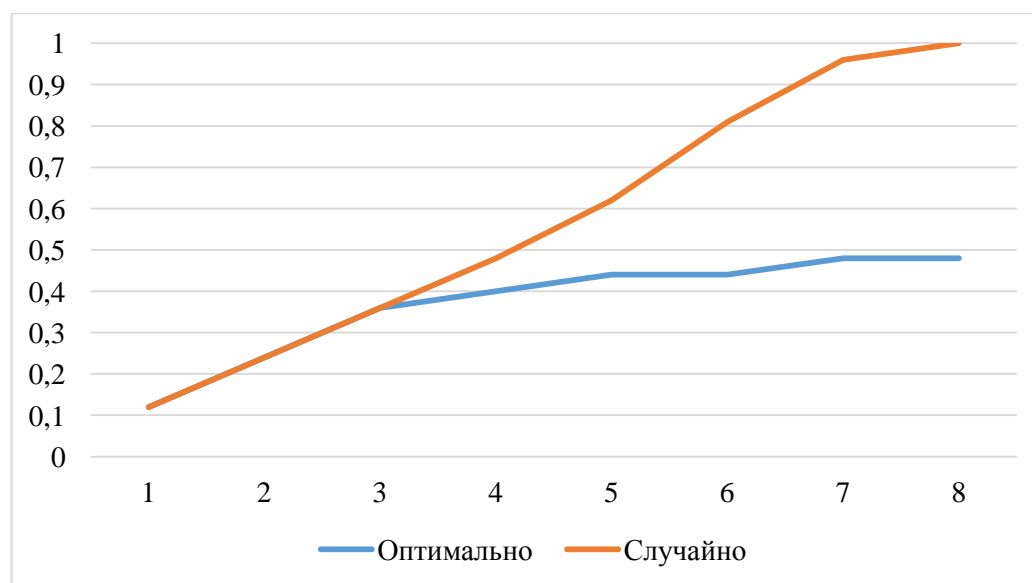


Рисунок 6.10 – Динамика развития исследовательской квалификации

Прервем эксперимент, потому что его дальнейший ход ясен. Постепенно будут включаться новые элементы квалификации, и при этом возрастает активность каждого элемента, причем накопление активности будет происходить все медленнее, так как новые элементы будут появляться все реже и реже. В пределе когда-либо подключатся все элементы поля компетенций, тогда активность каждого из них достигнет предельной величины. На рисунке 6.10 показан процесс развития активности, и видно, что вначале он идет примерно с постоянной скоростью, а затем она снижается и кривая стремится асимптотически к некоторой предельной величине. Это происходит потому, что по ходу процесса все реже подключаются новые элементы.

Эта гипотеза позволяет записать систему дифференциальных уравнений, описывающих изменение научной квалификации в результате исследовательской деятельности.

Введем переменные:

t – текущее время от начала развития личности в направлении исследовательской деятельности, месяцы;

I, K – оценка интеллекта и креативности личности в психологическом понимании (например, по результатам психологического тестирования), баллы;

$uskor$ – коэффициент пропорциональности, отражающий, в частности, воздействие используемых технологий на результативность научной деятельности (отвлеченное число).

Тогда гипотеза 2 записывается в следующем виде:

$$\frac{dx_{ij}}{dt} = uskor \beta_{ij} I K m_{ij} x_{ij} (1 - x_{ij}). \quad (6.3)$$

Коэффициенты β_{ij} , размерности 1/час, определяют темп увеличения квалификации при деятельности личности с определенным творческим потенциалом. Они зависят не только от специфики элемента исследовательской деятельности (i, j) , но и от квалификации личности в смежных элементах этой деятельности по горизонтали (функции) и вертикали (уровни):

$$\beta_{ij} = \beta_{ij}^0 + \beta_{ij}^1 \sum_{\substack{r=1, \dots, 9 \\ k=1, \dots, 4}} \gamma_{rk}^{ij} x_{rk}.$$

Здесь γ_{ij}^{rk} – коэффициенты, учитывающие влияние квалификации по элементу (r, k) на темп повышения квалификации по элементу (i, j) ; они нормируются условием

$$\sum_{\substack{r=1, \dots, 9 \\ k=1, \dots, 4}} \gamma_{rk}^{ij} = 1, \quad i = 1, \dots, 9, \quad j = 1, \dots, 4.$$

Соотношение коэффициентов $\beta_{ij}^0, \beta_{ij}^1$ показывает относительный вклад самого элемента и влияющих на него других элементов в сложность овладения им развивающейся личностью.

Проведенный анализ при различных упрощающих предположениях показал, что структура уравнения (6.3) позволяет правильно отразить основные закономерности изменения квалификации творческой личности.

Для моделирования развития единственной компетенции уравнение (6.3) имеет вид

$$\frac{dx}{dt} = uskor \beta I K M x (1 - x) \quad (6.4)$$

Проведем моделирование степени близости математической модели, имитируя случайный процесс развития квалификации. При этом каждый шаг будет содержать лишь один элемент квалификации, зато этот элемент будет осваиваться постепенно, по мере обращения к нему, пока не будет освоен полностью. Для проведения эксперимента написана программа в среде Excel (рисунок 6.11). Используя ее, обучающиеся, даже если они не понимают сам

макрос, могут проводить собственные эксперименты, а более подготовленные и заинтересованные обучающиеся могут модернизировать его, объединяя с вышеописанным простейшим экспериментом, и создавать собственные программы, моделирующие развитие исследовательской квалификации. Ниже приведен лист Excel и текст макроса.

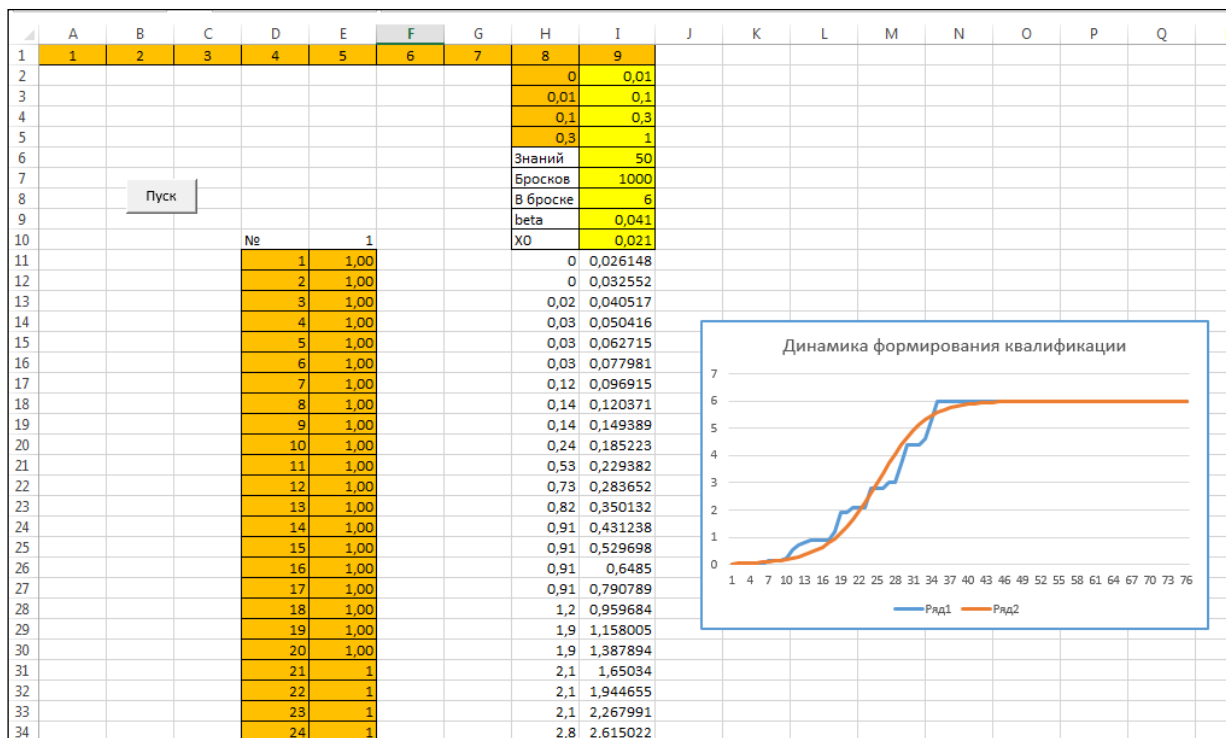


Рисунок 6.11 – Экран программы моделирования развития исследовательской квалификации

Номера шагов:

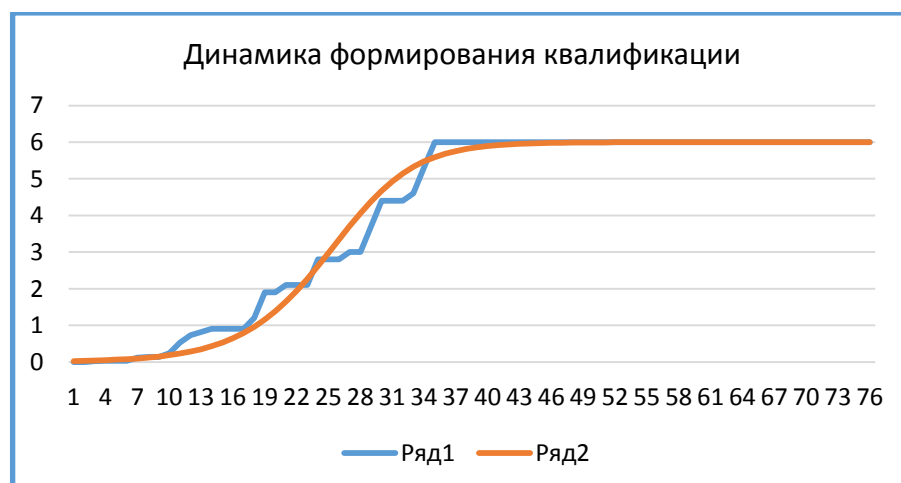
№ броска	Элемент	№ броска	Элемент
10	4,2	16	<u>2,1</u>
10	<u>5,3</u>	16	<u>3,2</u>
10	<u>2,1</u>	16	<u>3,5</u>
11	<u>5,2</u>	17	<u>2,5</u>
11	<u>3,1</u>	17	<u>2,2</u>
11	<u>1,5</u>	17	<u>5,5</u>
12	<u>5,3</u>	18	<u>1,5</u>
12	<u>3,2</u>	18	<u>5,1</u>
12	<u>2,2</u>	18	<u>4,3</u>
13	<u>4,4</u>	19	<u>3,1</u>
13	<u>1,3</u>	19	<u>5,2</u>
13	<u>4,4</u>	19	<u>3,1</u>
14	<u>3,2</u>	20	<u>3,3</u>
14	<u>2,5</u>	20	<u>1,3</u>
14	<u>5,4</u>	20	<u>2,4</u>
15	<u>4,3</u>		
15	<u>1,3</u>		
15	<u>1,1</u>		

```

НАЧАЛО МАКРОСА
Sub Броски()
Dim Z(10000) As Single
Randomize
'Очистка
For q = 0 To Cells(6, 9)
Cells(10 + q, 5) = 0
Z(q) = 0
Next q
'Этапы
For qq = 1 To Cells(7, 9)
'Броски
For i = 1 To Cells(8, 9)
q = Round(50 * Rnd(), 0)
If Z(q) = Cells(5, 8) Then Z(q) = Cells(5, 9)
If Z(q) = Cells(4, 8) Then Z(q) = Cells(4, 9)
If Z(q) = Cells(3, 8) Then Z(q) = Cells(3, 9)
If Z(q) = Cells(2, 8) Then Z(q) = Cells(2, 9)
Cells(10 + q, 5) = Z(q)
Next i
'Подсчет компетенций в броске
Znanie = 0
For j = 1 To Cells(8, 9)
Znanie = Znanie + Cells(10 + j, 5)
Next j
Cells(10 + qq, 8) = Znanie
Next qq
'Модель дифференциального уравнения
For qq = 0 To Cells(7, 9)
Cells(10 + qq + 1, 9) = Cells(10 + qq, 9) + Cells(9, 9) * Cells(10 + qq, 9) * (Cells(8, 9) -
Cells(10 + qq, 9))
Next qq
End Sub
КОНЕЦ МАКРОСА

```

Далее на рисунках 6.12 и 6.13 показаны результаты случайного моделирования и расчета по уравнению (6.4). Видно, что, несмотря на разброс, в целом уравнение адекватно описывает процесс, что подтверждается результатами моделирования.



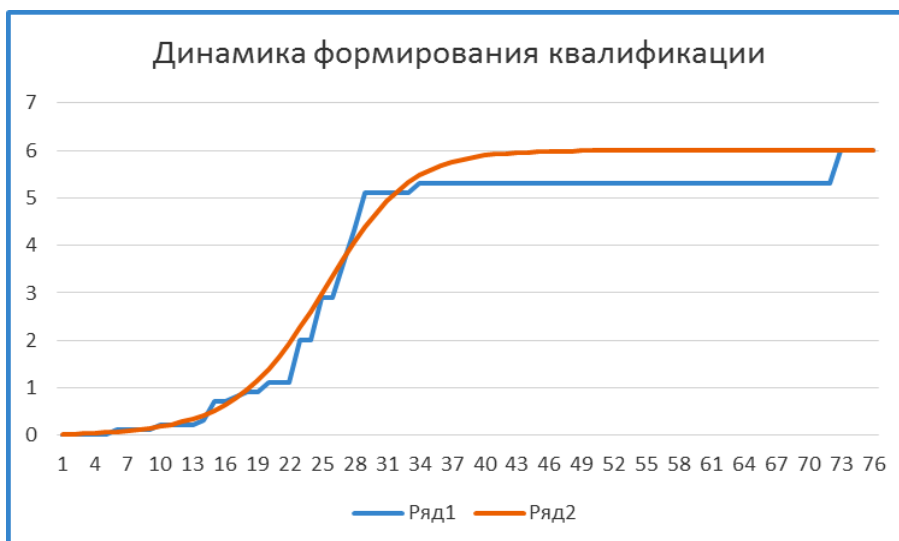
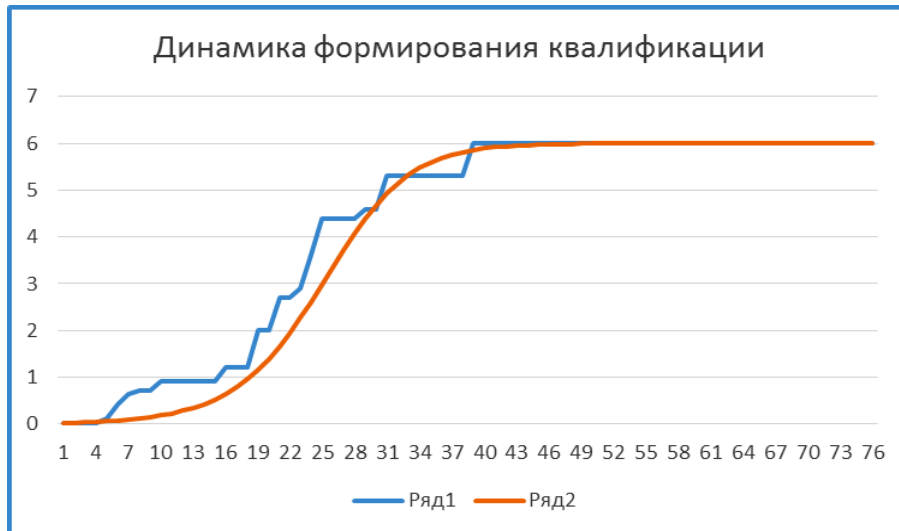
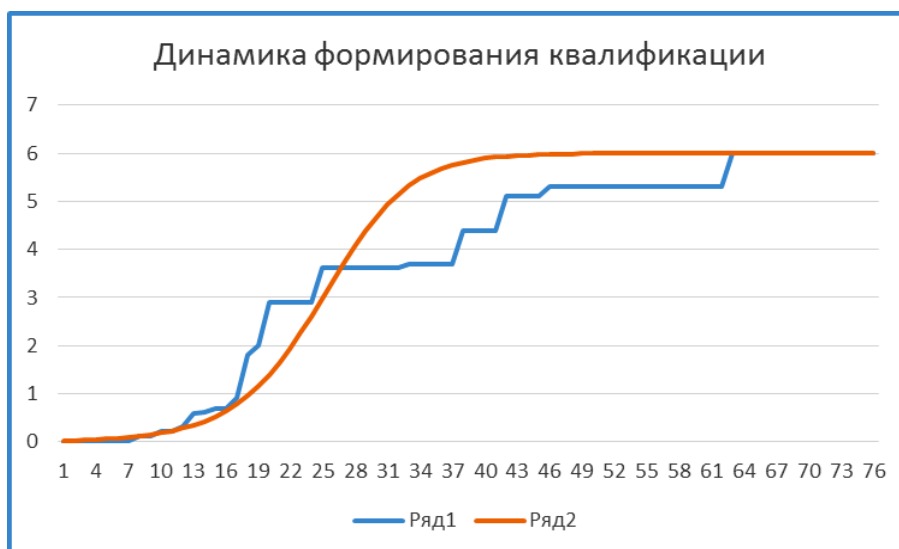


Рисунок 6.12 – Пример трех наиболее близких вариантов развития



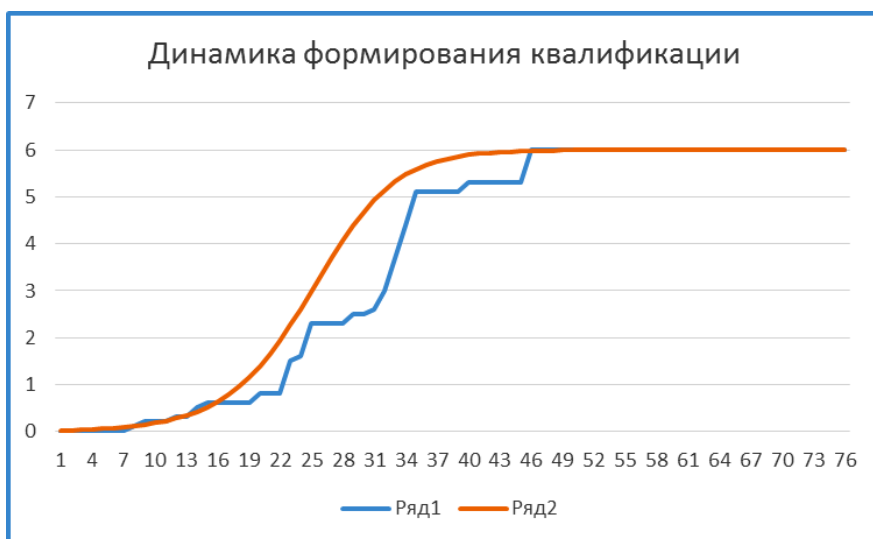
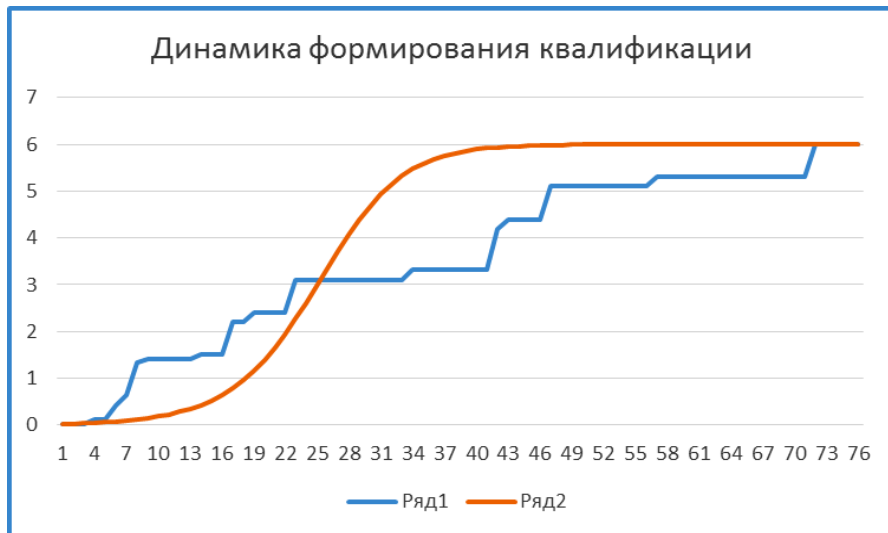


Рисунок 6.13 – Пример трех наименее близких вариантов развития

6.3.2. Одномерная модель развития квалификации

Исследуем динамику развития отдельной квалификации, проанализировав уравнение (6.4). Это уравнение с разделяющимися переменными. Приведем его к виду

$$\frac{dx}{x(1-x)} = uskor\beta IKMdt \quad (6.5)$$

Его легко проинтегрировать:

$$\int \frac{dx}{x(1-x)} = uskor\beta IKM \int dt$$

$$\int \frac{dx}{x(1-x)} = \int \frac{dx}{x} + \int \frac{dx}{1-x} = uskor\beta IKMt + C$$

откуда

$$\ln x - \ln(1-x) = \ln \frac{x}{1-x} = uskor\beta IKMt + C$$

Потенцируя и используя начальное условие $x(0) = x_0$, получим

$$\frac{x}{1-x} = \frac{x_0}{1-x_0} e^{qt},$$

где $q = uskor\beta IKM$,

или

$$x = \frac{x_0 e^{qt}}{1 + x_0 (e^{qt} - 1)}. \quad (6.6)$$

Рассмотрим уравнение (6.6). В начальной точке при $t = 0$ оно действительно обращается в тождество. Поскольку q является положительной величиной, с увеличением времени экспонента возрастает в пределе до бесконечного значения, однако при ее больших значениях, намного превышающих единицу, другие слагаемые по сравнению с ней оказываются бесконечно малым, так что с увеличением времени развития уровень развития компетенции асимптотически приближается к единице. Иными словами, исходя из этого уравнения, любой человек может сколь угодно близко подойти к высшему уровню компетентности – вопрос только в том, сколько времени ему для этого понадобится.

С другой стороны, уравнение (6.6), как кажется, содержит в себе еще один парадокс: человек, изначально не имеющий хоть каких-то задатков компетентности (то есть, $x_0 = 0$), никогда не сможет даже начать развиваться. Но это и в жизни так, о чем свидетельствует опыт наблюдения за так называемыми «маугли».

Таким образом, видно, что уравнение (6.6) не расходится с обычными понятиями о закономерности развития компетенций.

6.4. Уравнение мотивации

Перейдем к моделированию изменения мотивации личности в процессе исследовательской деятельности. На основании соображений, приведенных в разделе 3.3, формулируется следующая гипотеза.

Третья основная гипотеза о формировании научной квалификации.

Изменение творческой активности личности пропорционально зависит от ее мотивации и волевых качеств, содержания деятельности, результатов деятельности и их оценки обществом, а также ограничивается утомлением.

Ее математическим выражением является следующее дифференциальное уравнение:

$$\frac{dM}{dt} = (a_0 + \sum_{\substack{i=1,\dots,9 \\ j=1,\dots,4}} a_{ij} m_{ij} + a_x X_{prizn})(M_{\max} - M). \quad (6.7)$$

Здесь

a_0, a_{ij}, a_x – весовые коэффициенты, учитывающие относительную значимость соответствующих факторов,

M_{\max} – физиологически предельный уровень мотивации;

X_{prizn} – признанная обществом квалификация личности:

$$X_{prizn} = \sum_{j=1,\dots,4} c_j^u x_{8j} \quad (6.8)$$

c_j^u – коэффициенты относительной значимости уровней творчества;

$(M_{\max} - M)$ – «демпфирующий множитель», отражающий утомление, т. е. замедление темпов роста уровня мотивации при приближении к физиологическому пределу.

Анализ показывает, что предложенная структура (6) в простейших случаях дает решения, соответствующие естественным закономерностям изменения мотивации.

6.5. Двумерная модель развития компетенций

Рассмотрим, как и в предыдущем пункте, простейшую задачу моделирования развития отдельной компетенции, но с учетом зависимости мотивации от хода процесса. Она описывается двумя уравнениями:

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= uskor\beta IKMx(1-x) \\ \frac{dM}{dt} &= (a_0 + aM + a_x X_{prizn})(M_{\max} - M)\end{aligned}\quad (6.9)$$

Для простоты вначале не будем учитывать влияния на мотивацию чувства предназначения и стимулирования, тогда систем уравнений запишется в виде

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= uskor\beta IKMx(1-x) \\ \frac{dM}{dt} &= aM(M_{\max} - M)\end{aligned}\quad (6.10)$$

В этой систем можно легко проинтегрировать второе уравнение. Подобно уравнению для отдельной компетенции оно является уравнением с разделяющимися переменными. Поэтому

$$\frac{dM}{M(M_{\max} - M)} = a dt,$$

Откуда

$$\int \frac{dM}{M(M_{\max} - M)} = \frac{1}{M_{\max}} \left(\int \frac{dM}{M} + \int \frac{dM}{M_{\max} - M} \right) = \frac{1}{M_{\max}} \ln \frac{M}{M_{\max} - M} = \int a dt$$

и

$$\ln \frac{M}{M_{\max} - M} = M_{\max} (at + D),$$

где D – произвольная постоянная. Потенцируя и определяя произвольную постоянную из начального условия, получим

$$\frac{M}{M_{\max} - M} = Ke^{M_{\max} at} \quad (6.11)$$

Определяя произвольную постоянную K из начального условия и разрешая уравнение (6.11) относительно мотивации, получим

$$M = \frac{M_{\max} M_0 e^{aM_{\max} t}}{M_{\max} + M_0 (e^{aM_{\max} t} - 1)} \quad (6.12)$$

Проверим (6.12) на здравый смысл. При $t = 0$ действительно $M(0) = M_0$. А вот при ненулевой начальной мотивации поведение мотивации с возрастанием времени зависит от знака коэффициента a , характеризующего, насколько моделируемой личности нравится заниматься исследовательской деятельностью. Если нравится, то есть $a > 0$, то с возрастанием времени экспонента $e^{aM_{\max} t}$ возрастает, притом неограниченно, так что другие слагаемые в знаменателе (6.12) по сравнению с нею окажутся пренебрежимо малы и мотивация будет асимптотически стремиться к максимально допустимому значению M_{\max} . При этом функция $M(t)$ будет возрастающей, поскольку ее производная положительна, о чем свидетельствует правая часть второго уравнения (!). А вот если $a < 0$, то есть исследовательская деятельность не нравится личности, мотивация будет монотонно падать, причем при

отрицательном показателе степени в экспоненте экспонента будет асимптотически стремиться к нулю. Соответственно, к нулю будет стремиться и мотивация.

Но интересно, успеет ли в этом случае, пусть за неограниченное время, человек, которого не вдохновляет исследовательская деятельность, при все убывающем за неограниченное время интересе все же получить максимальный уровень компетентности?

Для ответа на этот вопрос нужно проинтегрировать первое уравнение (6.10), подставив в него (6.12). Поскольку вычисление соответствующих интегралов аналогично уже рассмотренным, приведем эти вычисления без подробных пояснений.

Обозначим

$$\omega = \text{uskor} \beta I K$$

Тогда

$$\frac{dx}{dt} = \omega M x (1 - x)$$

$$\frac{dx}{x(1-x)} = \omega M dt$$

$$\ln \frac{x}{1-x} = \omega \int M dt$$

$$\int M dt = M_{\max} M_0 \int \frac{e^{aM_{\max} t} dt}{M_{\max} + M_0 (e^{aM_{\max} t} - 1)} = M_0 \int \frac{du}{aM_{\max} (1 + \overline{M_0}(u-1))} = \frac{\ln(1 + \overline{M_0}(u-1))}{aM_0} + C$$

Где $u = e^{aM_{\max} t}$, $\overline{M_0} = \frac{M_0}{M_{\max}}$

И окончательно

$$\frac{x}{1-x} = \frac{x_0}{1-x_0} e^{\frac{\omega}{aM_0} \ln(1 + \overline{M_0}(u-1))} = \frac{x_0}{1-x_0} (1 + \overline{M_0}(u-1))^{\frac{\omega}{aM_0}} = \frac{x_0}{1-x_0} (1 + \overline{M_0}(e^{aM_{\max} t} - 1))^{\frac{\omega}{aM_0}}, \quad (6.13)$$

откуда уже легко в явном виде выразить x через t . Поскольку это будут громоздкие вычисления, чтобы избежать их, проведем моделирование процесса, используя для решений системы уравнений (6.10) численное интегрирование методом Эйлера. Соответствующая реализация в Excel показана на рисунках 6.14–6.16 и понятна тому, кто знает метод Эйлера.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2									
3					Uskor	1			
4					Beta	0,0005			
5					l	125			
6					K	130			
7					a	-0,3			
8					Mmax	20			
9									
10									
11									
12									
13				H					
14				0,01					
15				t	x	M	F_x	F_M	
16				0	0,1	3	2,19375	-15,3	
17				0,01	0,12194	2,847	2,4767	-14,6504	
18				0,02	0,1467	2,7005	2,74669	-14,0152	
19				0,03	0,17417	2,56034	2,99219	-13,3955	
20				0,04	0,20409	2,42639	3,20239	-12,7921	
21				0,05	0,23612	2,29847	3,36834	-12,2059	
22				0,06	0,2698	2,17641	3,48376	-11,6374	
23				0,07	0,30464	2,06004	3,54563	-11,0871	
24				0,08	0,34009	1,94916	3,55429	-10,5552	
25				0,09	0,37564	1,84361	3,51317	-10,042	
26				0,1	0,41077	1,74319	3,42809	-9,54754	
27				0,11	0,44505	1,64772	3,3065	-9,07181	
28				0,12	0,47812	1,557	3,15659	-8,61472	
29				0,13	0,50968	1,47085	2,98655	-8,17609	

Рисунок 6.14 – Экран программы численного интегрирования

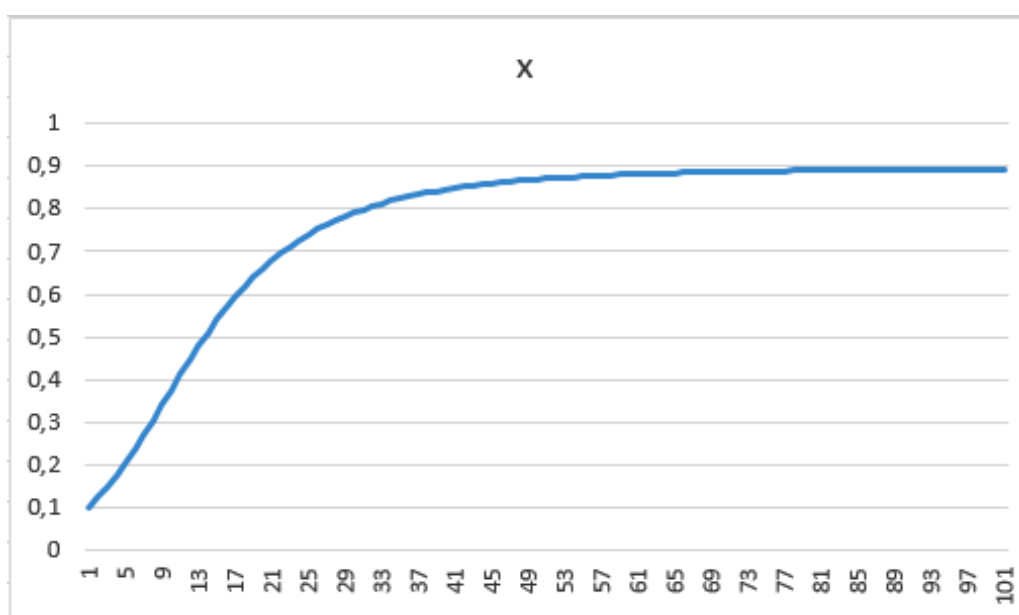


Рисунок 6.15 – Изменение квалификации при отрицательном значении коэффициента «деятельность – мотивация»

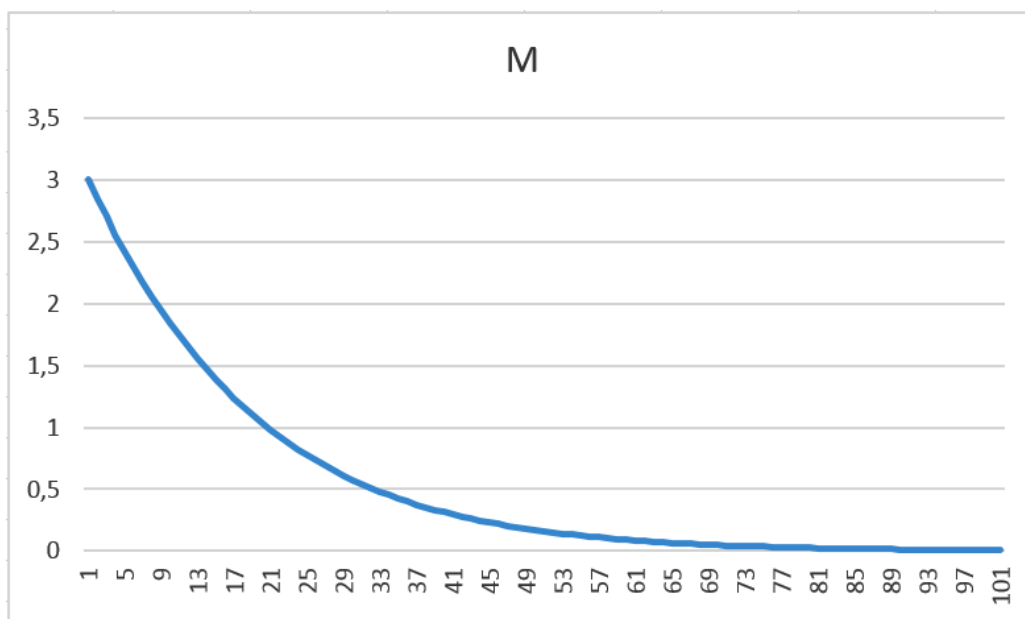


Рисунок 6.16 – Изменение мотивации при отрицательном значении коэффициента «деятельность – мотивация»

Включим в анализ рассматриваемой модели чувство предназначения, полагая, что $a_0 > 0$.

Тогда система уравнений (6.10) переходит в

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= uskor\beta IKMx(1-x) \\ \frac{dM}{dt} &= (a_0 + aM)(M_{\max} - M) \end{aligned} \quad (6.14)$$

Второе уравнение по-прежнему интегрируется отдельно от первого. Подобно уравнению (6.10) оно является уравнением с разделяющимися переменными. Поэтому

$$\frac{dM}{(a_0 + aM)(M_{\max} - M)} = dt,$$

Как легко проверить,

$$\begin{aligned} \frac{1}{(a_0 + aM)(M_{\max} - M)} &= \frac{a}{a_0 + aM_{\max}} * \frac{1}{a_0 + aM} + \frac{1}{a_0 + aM_{\max}} * \frac{1}{(M_{\max} - M)} = \\ &= \frac{1}{a_0 + aM_{\max}} \left(\frac{a}{a_0 + aM} + \frac{1}{(M_{\max} - M)} \right) \end{aligned}$$

Тогда

$$\int \frac{dM}{(a_0 + aM)(M_{\max} - M)} = \frac{1}{a_0 + aM_{\max}} \left(\int \frac{adM}{a_0 + aM} + \int \frac{dM}{(M_{\max} - M)} \right) = \int adt$$

и

$$\frac{1}{a_0 + aM_{\max}} \ln \frac{a_0 + aM}{M_{\max} - M} = t + D_1$$

где D_1 – произвольная постоянная. Потенцируя и определяя произвольную постоянную из начального условия, получим

$$\left(\frac{a_0 + aM}{M_{\max} - M}\right)^{\frac{1}{a_0 + aM_{\max}}} = \left(\frac{a_0 + aM_0}{M_{\max} - M_0}\right)e^t \quad (6.15)$$

$$\text{или } \frac{a_0 + aM}{M_{\max} - M} = \left(\frac{a_0 + aM_0}{M_{\max} - M_0}\right)^{(a_0 + aM_{\max})} e^{(a_0 + aM_{\max})t}, \quad (6.16)$$

откуда уже легко найти выраженную зависимость $M(t)$.

Исследуем характер процесса путем компьютерного моделирования и непосредственного анализа системы уравнений (6.14). Ясно, что при $a \geq 0$ характер процессе не меняется – компетенция и мотивация будут монотонно возрастать от своих начальных значений, асимптотически приближаясь соответственно к 1 и M_{\max} . А вот при отрицательном отношении личности к исследовательской деятельности как таковой ($a < 0$) при том, что его претензии на высокий статус существуют ($a_0 > 0!$), мотивация может, хотя и медленнее, вначале возрастать и лишь потом начать убывать. Это связано со знаком правой части второго из уравнений (6.14), который определяется выражением $(a_0 + aM)$.

С другой стороны, соотношения (6.15) и (6.13) позволяют решить практически важный вопрос о времени достижения заданного результата развития, чтобы уменьшить это время. Мы видели, что, исходя из теоретической модели, процесс развития может длиться бесконечно, причем результат носит асимптотический характер. Но ведь процесс обучения, в рамках которого реализуется продвинутая учебно-исследовательская деятельность, имеет четкие временные рамки.

Так, если обозначить через x^* желательный конечный результат развития, то время его достижения t^* определится из (6.13)

$$t^* = \frac{1}{aM_{\max}} \ln\left(1 + \frac{1}{M_0} \left(\left(\frac{x^*(1-x_0)}{x_0(1-x^*)}\right)^{\frac{aM_0}{\omega}} - 1\right)\right)$$

Аналогично определится из (!*!!) время достижения желаемого конечного значения мотивации

$$t^* = \ln \frac{\left(\frac{a_0 + aM^*}{M_{\max} - M^*}\right)^{\frac{1}{a_0 + aM_{\max}}}}{\left(\frac{a_0 + aM_0}{M_{\max} - M_0}\right)}.$$

Обратим внимание на то, что ценность модели, несмотря на ее простоту, состоит в том, что она показывает, насколько сильно внешняя среда, выражающаяся в коэффициентах $uskor$, a_x , наряду с характеристиками личности влияет на эффективность ее развития. Оба внешних коэффициента связаны с материальными затратами, и моделирование позволяет понять, в каком соотношении лучше всего распределить эти затраты между мероприятиями, направленными на повышение их значений.

6.6. Трехмерная модель развития компетенций

Расширим рассмотренную упрощенную модель, введя вместо единственного вида деятельности два: творческую и ремесленную деятельность. При этом для простоты не будем учитывать чувство предназначения и стимулирование. Соответствующие переменные обозначим индексами 1 и 2.

Тогда уравнения (6.3), (6.5) перейдут в

$$\begin{aligned}
 \frac{dx_1}{dt} &= \beta_1 x_1 (1 - x_1) m_1 \\
 \frac{dx_2}{dt} &= \beta_2 x_2 (1 - x_2) m_2 \\
 \frac{dM}{dt} &= (a_1 m_1 + a_2 m_2) (M_{\max} - M) \\
 m_1 &\geq 0, \quad m_2 \geq 0, \quad m_1 + m_2 = M \\
 x_1(0) &= x_{10} \quad x_2(0) = x_{20} \quad M(0) = M_0 \\
 X &= c_1 x_1 + c_2 x_2 \\
 X(T) &\rightarrow \max
 \end{aligned} \tag{6.17}$$

Эта задача принципиально отличается от ранее рассмотренных тем, что она носит незамкнутый характер и соответственно является уже новым классом задач – задач оптимального управления. Для удобства введем новые переменные θ_1, θ_2 , показывающие, какая доля общей мотивации направляется на творческие или ремесленные компетенции:

$$\theta_1 \geq 0, \quad \theta_2 \geq 0, \quad \theta_1 + \theta_2 = 1.$$

Тогда получаем систему

$$\begin{aligned}
 \frac{dx_1}{dt} &= \beta_1 x_1 (1 - x_1) M \theta_1 \\
 \frac{dx_2}{dt} &= \beta_2 x_2 (1 - x_2) M \theta_2 \\
 \frac{dM}{dt} &= (a_1 \theta_1 + a_2 \theta_2) M (M_{\max} - M) \\
 \theta_1 &\geq 0, \quad \theta_2 \geq 0, \quad \theta_1 + \theta_2 = 1 \\
 x_1(0) &= x_{10}, \quad x_2(0) = x_{20}, \quad M(0) = M_0
 \end{aligned} \tag{6.18}$$

Как видим, уравнение для мотивации полностью подобно соответствующему уравнению (6.10), если положить в последнем

$$a = a_1 \theta_1 + a_2 \theta_2.$$

Поэтому, если полагать θ_1, θ_2 постоянными параметрами, то можно воспользоваться формулой (*) и записать его решение в виде

$$M = \frac{M_{\max} M_0 e^{(a_1 \theta_1 + a_2 \theta_2) M_{\max} t}}{M_{\max} + M_0 (e^{(a_1 \theta_1 + a_2 \theta_2) M_{\max} t} - 1)}$$

Этой формулой можно пользоваться, если относительное распределение мотивации между творческой и ремесленной работами не меняется в процессе развития, однако если оно гибко регулируется, то формула становится уже неверной и решать нужно все три дифференциальных уравнения совместно. Для этого воспользуемся моделью (рисунок 6.17), которую мы построили в Excel, она не сложна и полностью подобна рассмотренной выше двумерной модели.

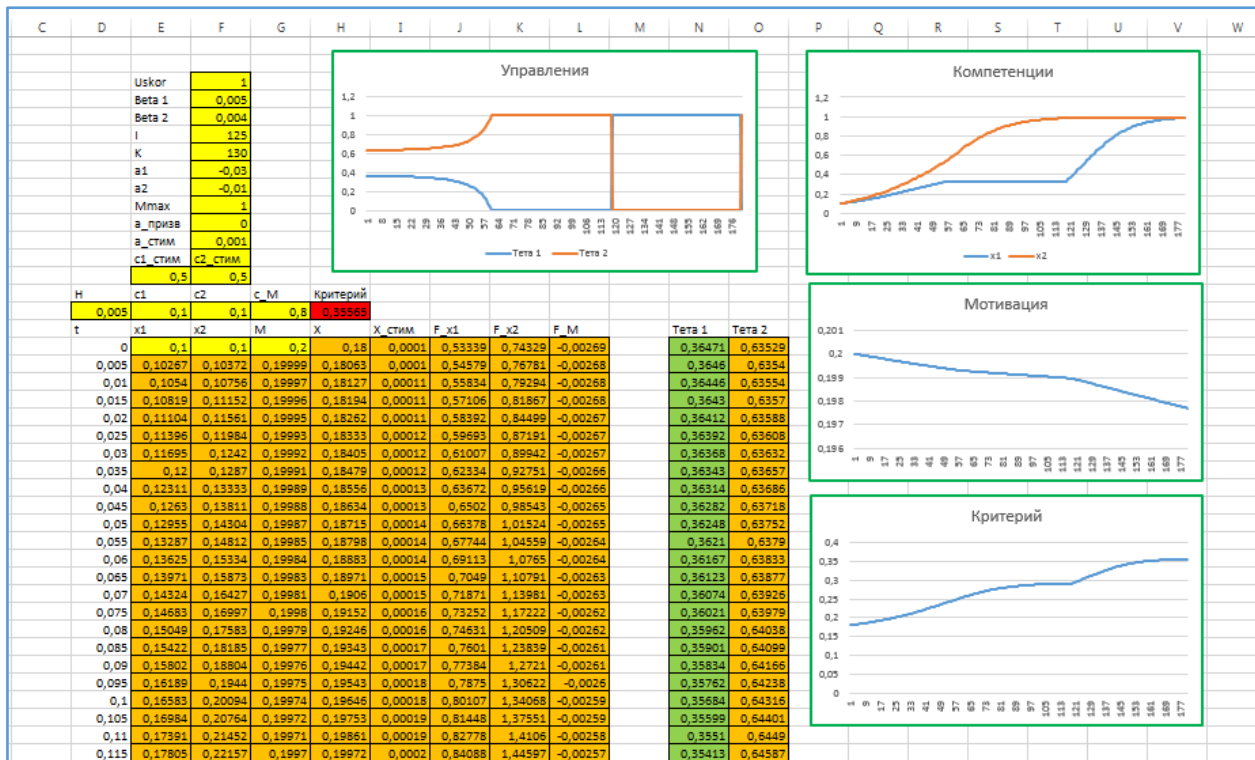


Рисунок 6.17 – Главный экран трехмерной модели развития компетенций

В качестве критерия используем значение общей квалификации в конечный момент развития:

$$X(T_{kon}) = c_t x_t(T_{kon}) + c_p x_p(T_{kon}) \rightarrow \max.$$

Модель описывает следующую постановку задачи: как оптимально распределять свои усилия между творческой и ремесленной составляющими исследовательской деятельности. Обозначения на экране модели соответствуют обозначениям, описанным в тесте настоящего раздела. Для того чтобы модель произвела расчет, необходимо воспользоваться надстройкой «Поиск решения».

В отраженном на экране примере личность не вдохновляется никаким видом деятельности (соответствующие коэффициенты отрицательны), не ощущает призвания, тем не менее заинтересована развить свои компетенции и не утратить к концу периода развития вообще всякий интерес (целевой коэффициент мотивации очень высок – 0,8). Из-за того что личность обладает некоторой исходной компетенцией и мотивацией, а кроме того поддерживается незначительным стимулированием, она в конце концов, хотя и за длительный период, достигает максимальной квалификации, равной единице, причем мотивация уменьшается незначительно. При высоком же стимулировании за успехи ($a_{\text{стим}}=1$) она достигает максимального результата в два раза быстрее, при этом ее конечная мотивация превышает начальную в три раза.

6.7. Семестровая оптимизационная модель

Упростим общую математическую модель, предполагая, что моделируется развитие личности на ограниченном временном промежутке, а именно в течение семестра. За такой период квалификация изменится сравнительно незначительно. Это позволяет принять значения коэффициентов взаимовлияния квалификаций β_{ij} в правых частях дифференциальных уравнений в пределах одного семестра постоянными и равными значениям при значениях уровней квалификации в начале семестра (или некоторым средним, близким к начальным, ее значениям).

В течение семестра выполняется одна исследовательская работа, таким образом, ее структура, то есть соотношение различных компонентов исследовательской деятельности, остается постоянным, то есть переменные

$$\theta_{ij} = \frac{m_{ij}}{M}, \quad i = 1, \dots, 9, \quad j = 1, \dots, 4,$$

$$\sum_{\substack{i=1, \dots, 9 \\ j=1, \dots, 4}} \theta_{ij} = 1$$

также являются константами.

В этом случае общая математическая модель распадается на автономные блоки.

Рассмотрим вначале уравнение мотивации, которое принимает вид

$$\frac{dM}{dt} = (a_0 + M \sum_{\substack{i=1, \dots, 9 \\ j=1, \dots, 4}} a_{ij} \theta_{ij} + a_{prizn} X)(M_{\max} - M).$$

Приведем это уравнение к безразмерному виду, введя переменные

$$\bar{M} = \frac{M}{M_{\max}}, \quad \tau = (a_0 + a_{prizn} X)t, \quad q = \frac{M_{\max} \sum_{\substack{i=1, \dots, 9 \\ j=1, \dots, 4}} a_{ij} \theta_{ij}}{(a_0 + a_{prizn} X)}. \quad \text{Тогда при } (a_0 + a_{prizn} X) \neq 0$$

уравнение получит вид:

$$\frac{d\bar{M}}{d\tau} = (q\bar{M} + 1)(1 - \bar{M})$$

$$\bar{M}(0) = \bar{M}_0.$$

Легко показать, что общее решение этого уравнения имеет вид

$$\frac{q\bar{M} + 1}{1 - \bar{M}} = Ce^{(1+q)\tau}$$

или

$$\bar{M} = \frac{\frac{1 + \bar{M}_0 q}{1 - \bar{M}_0} e^{(1+q)\tau} - 1}{\frac{1 + \bar{M}_0 q}{1 - \bar{M}_0} e^{(1+q)\tau} + q}.$$

Легко проверить, что

$$\frac{d\bar{M}}{d\tau} = \frac{(1+q)^2 \frac{1 + \bar{M}_0 q}{1 - \bar{M}_0} e^{(1+q)\tau}}{\left(\frac{1 + \bar{M}_0 q}{1 - \bar{M}_0} e^{(1+q)\tau} + q\right)^2}.$$

Таким образом, знак этой производной определяется знаком выражения $1 + \bar{M}_0 q$.

При $q < -\frac{1}{\bar{M}_0}$ мотивация будет монотонно убывать, при $q > -\frac{1}{\bar{M}_0}$ – возрастать, при

$q = -\frac{1}{\bar{M}_0}$ – оставаться неизменной.

Учитывая, что в правых частях дифференциальных уравнений квалификация приближенно принята постоянной, можно записать выражение для приращения общей квалификации ΔX за семестр:

$$\Delta X = uskorIK \sum_{\substack{i=1,\dots,9 \\ j=1,\dots,4}} c_{ij} \beta_{ij} x_i (1 - x_i) \theta_{ij} M_{\max} \int_0^T \bar{M} \left(\frac{\tau}{M_{\max} (a_0 + a_{prizn} X)}, \bar{M}_0, q \right) dt$$

или

$$\Delta X = uskorIK \frac{\sum_{\substack{i=1,\dots,9 \\ j=1,\dots,4}} c_{ij} \beta_{ij} x_i (1 - x_{ij}) \theta_{ij}}{(a_0 + a_{prizn} X)} \int_0^{\tau_{kon}} \bar{M}(\tau, \bar{M}_0, q) d\tau,$$

где $\tau_{kon} = M_{\max} (a_0 + a_{prizn} X) T$.

Система уравнений, описывающих изменение квалификации, примет тогда вид

$$\frac{dx_{ij}}{dt} = uskor \beta_{ij} IK \theta_{ij} x_{ij} (1 - x_{ij}) M_{\max} \bar{M}(t)$$

$$x_{ij}(0) = x_{ij0}$$

Поскольку каждое из уравнений можно проинтегрировать отдельно, далее в пределах настоящего раздела опустим индексы ij и проинтегрируем получившееся уравнение

$$\frac{dx}{dt} = K \theta x (1 - x) \bar{M}(t),$$

$$x(0) = x_0$$

где

$$K = uskor \beta IK M_{\max}.$$

Имеем

$$\frac{dx}{x(1-x)} = K \theta \bar{M}(t) dt,$$

откуда

$$\int \frac{dx}{x(1-x)} = \int K \theta \bar{M}(t) dt$$

$$\int \frac{dx}{x} + \int \frac{dx}{1-x} = K \theta \int \bar{M}(t) dt$$

$$\ln x - \ln(1-x) + C = K \theta \int \bar{M}(t) dt$$

$$\ln \frac{x}{1-x} + C = K \theta \int \bar{M}(t) dt$$

Из начального условия

$$C = -\ln \frac{x_0}{1-x_0}$$

и потому

$$\ln \frac{x(1-x_0)}{x_0(1-x)} = K \theta \int_0^t \bar{M}(t) dt$$

откуда

$$x = \frac{1}{1 + \frac{1-x_0}{x_0} e^{-K\theta \int_0^t \bar{M}(t) dt}} .$$

Опуская положительный сомножитель, получим следующую оптимизационную задачу для определения оптимальной структуры исследовательской работы в течение семестра:

$$F = \sum_{\substack{i=1,\dots,9 \\ j=1,\dots,4}} c_{ij} \beta_{ij} x_i (1-x_{ij}) \theta_{ij} \int_0^{\tau_{kon}} \bar{M}(\tau, \bar{M}_0, q) d\tau \rightarrow \max_{\theta_{ij}}$$

при условиях

$$\theta_{ij} \geq 0, \quad i = 1, \dots, 9, \quad j = 1, \dots, 4$$

$$\sum_{\substack{i=1,\dots,9 \\ j=1,\dots,4}} \theta_{ij} = 1 .$$

К ее ограничениям можно добавить дополнительные условия, накладываемые на структуру исследовательской работы θ_{ij} . Заметим, что они будут носить линейный характер относительно этих переменных.

Итак, получилась существенно нелинейная задача оптимизации функции 36 переменных.

6.8. Многоуровневая модель развития исследовательской квалификации

Дадим теперь описание математикой модели в более общем виде. Оно приводится справочное в расчет на наиболее подготовленных и интересующихся обучающихся. Учитывая, что в рамках данного курса модель используется применительно к молодым исследователям, чисто возрастные изменения психологических характеристик личности в ней не учитываются.

Введем следующие обозначения:

$i = 1, \dots, 9$ – номера основных функций исследовательской деятельности;

$j = 1, \dots, 4$ – номера научно-технических уровней исследовательской деятельности;

t – текущее время от начала развития личности в направлении исследовательской деятельности, месяцы;

I, K – текущая оценка интеллекта и креативности личности в психологическом понимании (например, по результатам психологического тестирования), баллы;

m_{ij} – текущее среднее время, уделяемое элементу научной деятельности (i, j) , месяцы;

$$\sum_{\substack{i=1,\dots,9 \\ j=1,\dots,4}} m_{ij} = M, \quad (6.19)$$

x_{ij} – текущая оценка уровня квалификации личности по отдельным элементам научно-технической деятельности (i, j) , измеряется в долях от полного овладения ими:

$$0 \leq x_j \leq 1, i = 1, \dots, 9, j = 1, \dots, 4 \quad (6.20)$$

Будем полагать, что скорость изменения квалификации по элементам творческой деятельности определяется двумя слагаемыми: интенсивностью полезной деятельности и дис-

квалификацией (забыванием), возникающей за счет опережающего развития науки и техники. Тогда

$$\frac{dx_{ij}}{dt} = uskor \beta_{ij} IKm_{ij} x_{ij} (1 - x_{ij}) - d_{ij} x_{ij}. \quad (6.21)$$

Коэффициенты β_{ij} , размерности 1/час, определяют темп увеличения квалификации при деятельности личности с определенным творческим потенциалом. Они зависят не только от специфики элемента исследовательской деятельности (i, j) , но и от квалификации личности в смежных элементах этой деятельности по горизонтали (функции) и вертикали (уровни):

$$\beta_{ij} = \beta_{ij}^0 + \beta_{ij}^1 \sum_{\substack{r=1, \dots, 9 \\ k=1, \dots, 4}} \gamma_{rk}^{ij} x_{rk}. \quad (6.22)$$

Здесь γ_{ij}^{rk} – коэффициенты, учитывающие влияние квалификации по элементу (r, k) на темп повышения квалификации по элементу (i, j) ; они нормируются условием

$$\sum_{\substack{r=1, \dots, 9 \\ k=1, \dots, 4}} \gamma_{rk}^{ij} = 1, \quad i = 1, \dots, 9, \quad j = 1, \dots, 4. \quad (6.23)$$

Соотношение коэффициентов $\beta_{ij}^0, \beta_{ij}^1$ показывает относительный вклад самого элемента и влияющих на него других элементов в сложность овладения им развивающейся личностью.

Коэффициент *uskor* характеризует ускорение развития личности в зависимости от качества развивающей образовательной среды.

Второе слагаемое в формуле (6.21) отражает асимптотическое «забывание» квалификации за счет динамики научно-технического прогресса.

Для описания суммарного уровня мотивации творческой личности соответствующее дифференциальное уравнение будет иметь вид:

$$\frac{dM}{dt} = (a_0 + \sum_{\substack{i=1, \dots, 9 \\ j=1, \dots, 4}} a_{ij} m_{ij} + a_x X_{prizn})(M_{\max} - M). \quad (6.24)$$

Здесь

a_0, a_{ij}, a_x – весовые коэффициенты, учитывающие относительную значимость соответствующих факторов;

M_{\max} – физиологически предельный уровень мотивации;

X_{prizn} – признанная обществом квалификация личности:

$$X_{prizn} = \sum_{j=1, \dots, 4} c_j^u x_{8j};$$

c_j^u – коэффициенты относительной значимости уровней творчества;

$(M_{\max} - M)$ – «демпфирующий множитель», отражающий утомление, т. е. замедление темпов роста уровня мотивации при приближении к физиологическому пределу.

Анализ показывает, что предложенная структура (6.24) в простейших случаях дает решения, соответствующие естественным закономерностям изменения мотивации.

Итак, математическая модель включает 36 управлений m_{ij} , $i=1, \dots, 9, j=1, \dots, 4$, связанных приведенными выше соотношениями.

Для того чтобы формируемая математическая модель позволяла решить задачу, необходимо дополнить ее условиями, определяющими в каждый момент времени значения управлений. Эти условия определяются тем, каким образом задается **стратегия развития личности**. Стратегия задает изменение по времени структуры деятельности личности, собственно и приводящее к ее развитию, и реализуется через методическую структуру решаемых исследовательских задач. Задать стратегию развития – значит задать последовательность исследовательских задач соответствующей структуры. В разрабатываемом подходе можно применить три варианта стратегий развития: эмпирическую, локально-оптимальную, глобально-оптимальную.

Эмпирическая стратегия отражает подходы, которые чаще всего используются в существующей практике работы с одаренной молодежью. В этом случае методическая структура предлагаемых для решения исследовательских задач определяется научным руководителем, исходя из его эмпирических соображений, и как бы навязывается развивающейся личности. При этом его деятельность направляется прежде всего на те элементы научного творчества, в которых его квалификация наиболее высока. Соответственно, он выполняет ряд исследований различной методической сложности, в которых еще не освоенные им элементы (например, постановка задачи или поиск ключевой идеи) выполняются научным руководителем. Новые элементы осваиваются им постепенно в контакте с научным руководителем. При такой стратегии законченные результаты достигаются более быстро, ученик проникается уверенностью в своих силах, получает внешнее признание и поддержку. Однако при таком подходе часто одаренные молодые люди уходят из науки: им скучно, неинтересно заниматься в основном ремесленной работой (а это то, что они первоначально умеют лучше всего). Если они и продолжают свою деятельность, то с незначительной мотивацией и часто «застревают» на «нижних» уровнях творчества, хотя своевременно и получают соответствующие ученые степени.

Локально-оптимальная стратегия (ЛОС) исходит из того, что решения принимаются самой развивающейся личностью, исходя из стремления оптимизировать ожидаемые результаты своей деятельности в ближайший период (поскольку прогнозирование на значительный срок невозможно). При этом критерий оптимальности определяется ее целевой установкой, т. е. системой предпочтений. В разработанной нами модели для формализованного описания подобного критерия результативности используется комплексная характеристика (линейная свертка), составленная из частных критериев. «Коэффициенты значимости» отдельных критериев в свертке отражают ценностную ориентацию личности, принимающей решение. Таким образом, здесь эффективное управление развивающейся личностью состоит в формировании ее целевой установки оптимальным, с позиций личности и общества, образом, т. е. возникает присоединенная задача оптимизации «коэффициентов значимости» отдельных критериев, исходя из глобально-оптимальных соображений, т. е. оптимального формирования ценностной ориентации развивающейся личности.

Развитием этой стратегии является **глобально-оптимальная стратегия**. Она предполагает, что при определении своей стратегии научного развития личность пользуется индивидуально настроенной компьютерной моделью, прогнозирующей результаты ее деятельности на значительный период. Несмотря на необычность такого взгляда, учитывая стремительную информатизацию современного общества, этот подход является актуальным и весьма эффективным.

Оптимальность принятого решения в каждый момент времени будем характеризовать следующими частными критериями:

* F_x – любознательность (скорость увеличения общей квалификации)

$$F_x = \sum_{\substack{i=1..9 \\ j=1..4}} c_{ij} * b_{ij} * x_{ij} * (1 - x_{ij}) * m_{ij};$$

* F_M – стремление увеличить удовольствие (скорость увеличения мотивации)

$$F_M = \sum_{\substack{i=1..9 \\ j=1..4}} a_{ij} m_{ij};$$

* $F_{призн}$ – честолюбие (скорость увеличения признанной обществом квалификации)

$$F_{призн} = \sum_{\substack{i=1..9 \\ j=1..4}} c_j^u * b_{8j} * x_{8j} * (1 - x_{8j}) * m_{8j};$$

* F_V – самостоятельность (выделяемая внешняя помощь (на минимум)):

$$F_V = \sum_{\substack{i=1..9 \\ j=1..4}} V_{ij};$$

* $F_{подгот}$ – предусмотрительность (увеличение «задела» для реализации последующих элементов)

$$F_{подгот} = \sum_{\substack{r=1..9 \\ k=1..4}} b_{rk} * x_{rk} * (1 - x_{rk}) * \sum_{\substack{i=1..9 \\ j=1..4}} \gamma_{rk}^{ij} * m_{rk}.$$

Для того чтобы воспользоваться аппаратом линейного программирования, объединим приведенные выше пять критериев в виде линейной свертки. Поскольку критерии могут быть различными по величине, то для нормирования разделим каждый на его максимальное значение.

Введение «весовых коэффициентов» частных критериев моделирует систему целевых установок развивающейся личности. В дальнейшем, без ограничения общности, для простоты будем считать

$$K_x + K_M + K_{призн} + K_V + K_{подгот} = 1.$$

Таким образом, поскольку во всех перечисленных соотношениях переменные m_{ij} и V_{ij} фигурируют линейно то, задача их вычисления полностью поставлена в терминах линейного программирования.

Итак, при локально-оптимальной стратегии моделирование состоит в решении численным методом системы дифференциальных уравнений

$$\frac{dx_{ij}}{dt} = b_{ij} (I - I_0) (K - K_0) m_{ij} x_{ij} (1 - x_{ij}) - \alpha_{ij} x_{ij},$$

$$\frac{dM}{dt} = (a_0 + \sum_{\substack{i=1..9 \\ j=1..4}} a_{ij} m_{ij} + a_x X_{призн}) (M_{\max} - M),$$

в которой управления m_{ij} на каждом шаге определяются из решения описанной задачи линейного программирования при использовании того или иного подхода к управлению развитием личности.

6.9. Компьютерная программа оптимального многоуровневого планирования исследовательской деятельности на длительный период

Откажемся теперь от ограниченности интервала развития и соответственно от упрощающих предположений предыдущего пункта.

В соответствии со смыслом локально-оптимального управления, будем считать, что в каждый момент времени функции m_{ij} являются управлениями, определяемыми из условия оптимизации значения некоторого критерия в этот момент времени.

Оптимальность принятого решения в каждый момент времени будем характеризовать следующими частными критериями:

* F_x – любознательность (скорость увеличения общей квалификации)

$$F_x = \sum_{\substack{i=1..9 \\ j=1..4}} c_{ij} * b_{ij} * x_{ij} * (1 - x_{ij}) * m_{ij};$$

* F_M – стремление увеличить удовольствие (скорость увеличения мотивации)

$$F_M = \sum_{\substack{i=1..9 \\ j=1..4}} a_{ij} m_{ij};$$

* $F_{призн}$ – честолюбие (скорость увеличения признанной обществом квалификации)

$$F_{призн} = \sum_{\substack{i=1..9 \\ j=1..4}} c_j^u * b_{8j} * x_{8j} * (1 - x_{8j}) * m_{8j};$$

* F_V – самостоятельность (выделяемая внешняя помощь (на минимум)):

$$F_V = \sum_{\substack{i=1..9 \\ j=1..4}} V_{ij};$$

* $F_{подгот}$ – предусмотрительность (увеличение «задела» для реализации последующих элементов)

$$F_{подгот} = \sum_{\substack{r=1..9 \\ k=1..4}} b_{rk} * x_{rk} * (1 - x_{rk}) * \sum_{\substack{i=1..9 \\ j=1..4}} \gamma_{rk}^{ij} * m_{rk}.$$

Для того чтобы воспользоваться аппаратом линейного программирования, объединим приведенные выше пять критериев в виде линейной свертки. Поскольку критерии могут быть различными по величине, то для нормирования разделим каждый на его максимальное значение:

$$F_V = \sum_{\substack{i=1..9 \\ j=1..4}} V_{ij},$$

где

$$F_x^{\max} = \max_{\substack{i=1..9 \\ j=1..4}} (c_{ij} * b_{ij} * x_{ij} * (1 - x_{ij}) * M),$$

$$F_M^{\max} = \max_{\substack{i=1..9 \\ j=1..4}} (a_{ij} * M),$$

$$F_{призн}^{\max} = \max_{j=1..4} (c_j^u * b_{8j} * x_{8j} * (1 - x_{8j}) * M),$$

$$F_V^{\max} = V_{pred},$$

$$F_{подгот}^{\max} = \max_{\substack{r=1..9 \\ k=1..4}} (b_{rk} * x_{rk} * (1 - x_{rk}) * \sum_{\substack{i=1..9 \\ j=1..4}} \gamma_{rk}^{ij} * M).$$

Введение «весовых коэффициентов» частных критериев моделирует систему целевых установок развивающейся личности. В дальнейшем, без ограничения общности, для простоты будем считать

$$K_x + K_M + K_{призн} + K_V + K_{подгот} = 1.$$

Таким образом, поскольку во всех перечисленных соотношениях переменные m_{ij} и V_{ij} фигурируют линейно то, задача их вычисления полностью поставлена в терминах линейного программирования.

Во многих алгоритмах симплекс-метода для решения задачи линейного программирования требуется знать начальное базисное решение. Обычно оно определяется с помощью решения дополнительной задачи линейного программирования. В данном случае его можно найти теоретически, что значительно ускоряет скорость расчета по модели. Поскольку m_{ij}

входит во все критерии с положительными коэффициентами, ограничение $\sum_{\substack{i=1..9 \\ j=1..4}} m_{ij} = M$

можно заменить на $\sum_{\substack{i=1..9 \\ j=1..4}} m_{ij} \leq M$. Тогда все ограничения задачи будут являться неравенствами.

Ввиду того, что все неравенства сохраняют силу при $m_{ij} = V_{ij} = 0$, все эти переменные можно сделать свободными. Базисными же будут являться дополнительные переменные, которые возникнут при преобразовании неравенств в равенства.

Итак, при локально-оптимальной стратегии моделирование состоит в решении численным методом системы дифференциальных уравнений общей математической модели, в которой управления m_{ij} на каждом шаге определяются из решения описанной задачи линейного программирования.

На рисунке 6.18 показан главный экран программы моделирования оптимальной стратегии развития исследовательской квалификации личности, а на рисунках 6.19–6.22 – результаты моделирования одного из вариантов развития.

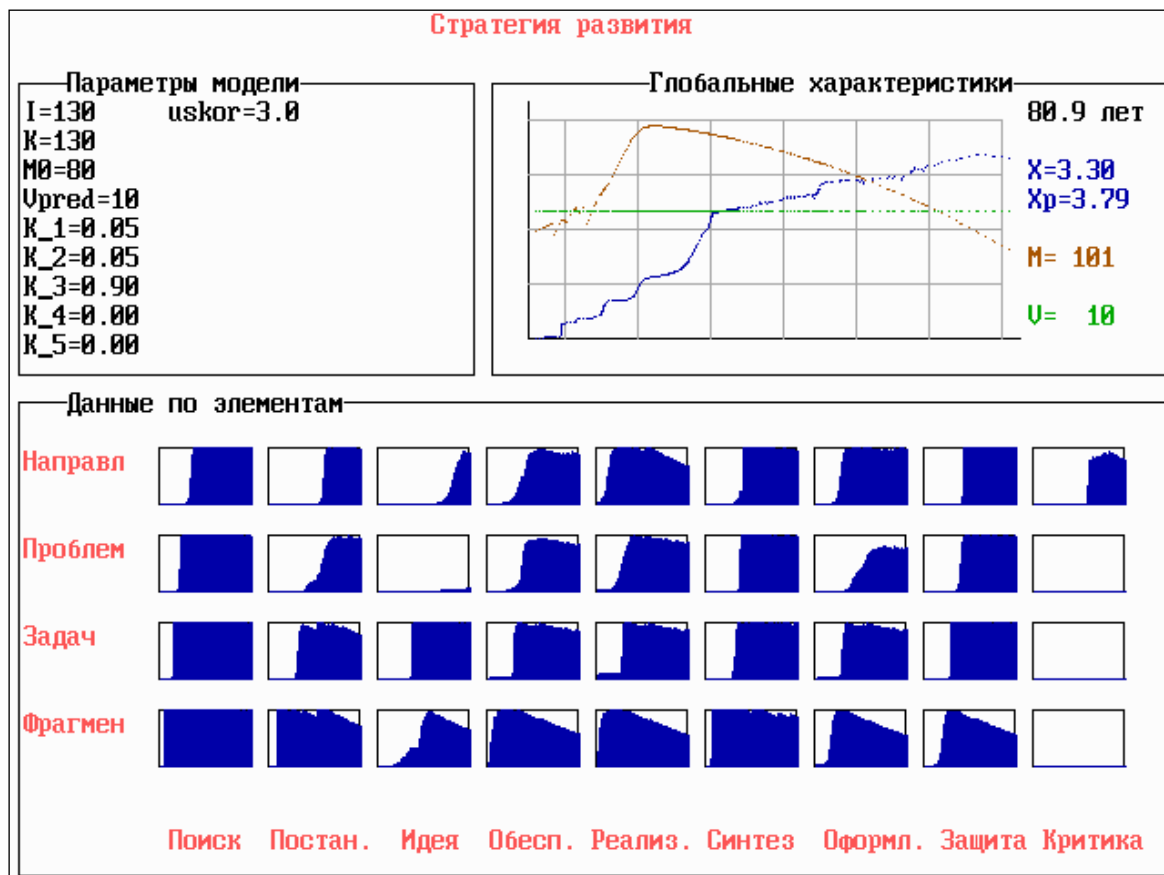


Рисунок 6.18 – Главный экран программы моделирования развития исследовательской квалификации личности по локально-оптимальной стратегии

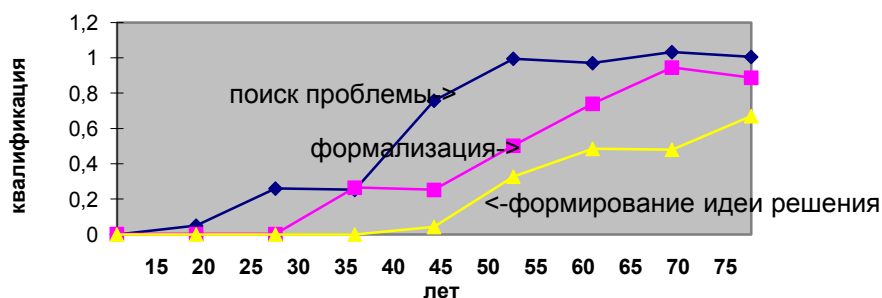


Рисунок 6.19 – Изменение квалификации по первой группе функций исследовательской деятельности при развитии личности по локально-оптимальной стратегии

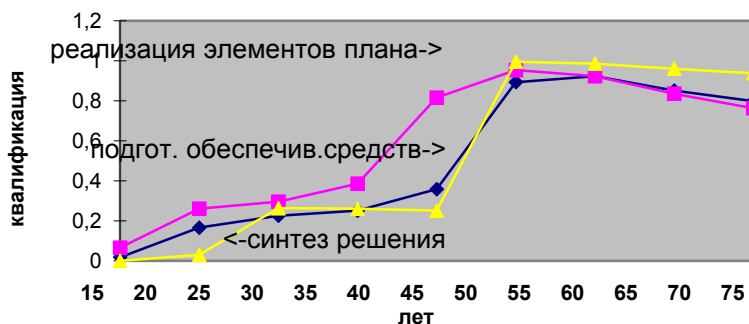


Рисунок 6.20 – Изменение квалификации по второй группе функций исследовательской деятельности при развитии личности по локально-оптимальной стратегии

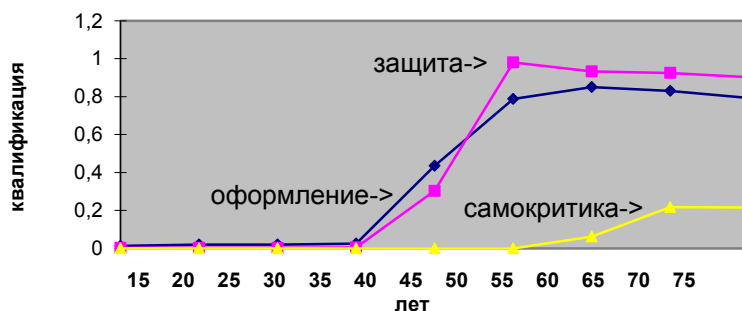


Рисунок 6.21 – Изменение квалификации по третьей группе функций исследовательской деятельности при развитии личности по локально-оптимальной стратегии

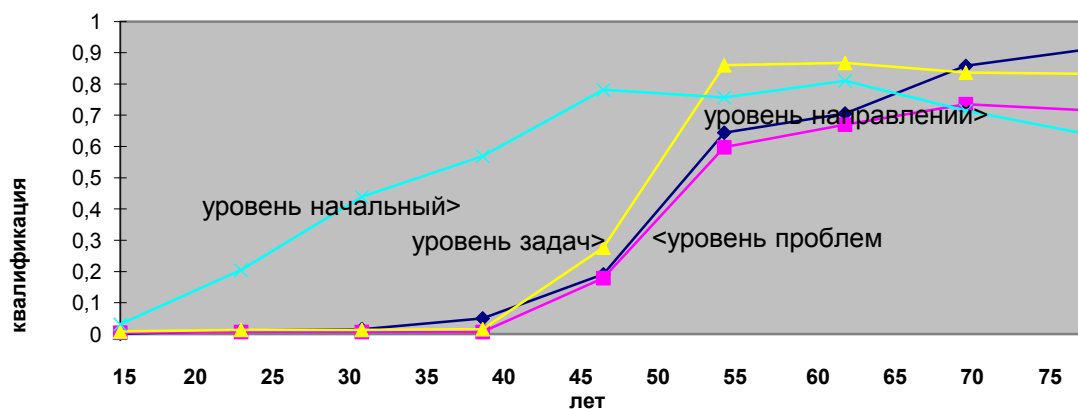


Рисунок 6.22 – Изменение квалификации на различных уровнях исследовательской деятельности при развитии личности по локально-оптимальной стратегии

Таблица 6.2. – Анализ исследовательских работ при локально-оптимальной стратегии (в процентах)

Научная квалификация									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
16 лет, общая квал. = 2,3 %									
4	0	0	0	0	1	0	0	0	0
3	0	0	0	1	2	0	1	0	0
2	0	0	0	1	4	0	1	0	0
1	0	1	0	39	84	0	3	1	0
17 лет, общая квал. = 13,7 %									
4	0	0	0	0	1	0	0	0	0
3	0	0	0	1	2	0	1	0	0
2	0	0	0	1	4	0	1	0	0
1	61	3	0	74	95	0	3	1	0
18 лет, общая квал. = 22,6 %									
4	0	0	0	0	1	0	0	0	0
3	0	0	0	1	2	0	1	0	0
2	0	0	0	1	4	0	1	0	0
1	100	100	0	83	97	0	3	1	0
19 лет, общая квал. = 27,6 %									
4	0	0	0	0	1	0	0	0	0
3	0	0	0	1	2	0	1	0	0
2	2	1	0	1	6	0	1	0	0
1	100	100	2	89	97	0	3	1	0
20 лет, общая квал. = 46,3 %									
4	0	0	0	0	1	0	0	0	0
3	0	0	0	1	2	0	1	0	0
2	51	1	0	1	6	0	1	0	0
1	100	100	14	89	97	0	3	1	0
21 год, общая квал. = 77,3 %									
4	0	0	0	0	1	0	0	0	0
3	0	0	0	1	2	0	1	0	0
2	99	2	0	1	6	0	1	0	0
1	100	100	97	89	97	0	3	1	0
22 года, общая квал. = 81,7 %									
4	0	0	0	0	2	0	0	0	0
3	0	0	0	1	2	0	1	0	0
2	100	13	0	3	11	0	1	0	0
1	100	100	100	98	99	100	7	6	0
23 года, общая квал. = 95,9 %									
4	0	0	0	0	2	0	0	0	0
3	5	0	0	1	2	0	1	0	0
2	100	94	4	32	71	1	1	0	0
1	100	100	100	98	100	100	7	7	0

Перейдем к обсуждению локально-оптимальной стратегии. Как видно из приведенных на рисунке 6.18 и в таблицы 6.3 данных, развитие научных способностей происходит в течение всей сознательной жизни индивида: несмотря на возрастное падение интеллекта, креативности и предельно возможного времени занятий научной деятельностью (график в верхней правой части экрана на рис. 6.18), лишь после 40 лет темп наращивания научной квалификации снижается. При этом к 40 годам личность достигает квалификации, почти со-

ответствующей уровню доктора наук, дальнейшее же развитие позволяет ей к 70 годам перейти на академический уровень. Характер деятельности разбивается на семь этапов, которые характеризуются различным сочетанием элементов научной деятельности, отражающимся в следующей типологии выполняемых исследовательских работ:

- 1) обзорная (15–18 лет);
- 2) поисковая (18–20 лет);
- 3) постановочная (20–21 год);
- 4) синтезирующая (21–23 года);
- 5) поисково-синтезирующая (23–34 года);
- 6) сбалансированная (34–44 года);
- 7) инновационно-обобщающая (свыше 45 лет).

Ясно, что в этом случае деятельность на уровне проблем и направлений может состоять в основном лишь в изучении научно-популярной литературы и выполнении отдельных доступных работ в составе научных коллективов.

При подобной стратегии развития, как видно из рис. 6.22, первоначально заметный и постоянный рост квалификации происходит лишь на начальном уровне научной деятельности. Однако включение в исследовательскую деятельность этого периода элементов более высоких уровней не оказывается излишним: оно готовит бурный рост квалификации на этих уровнях в последующем, что и приводит к высоким результатам.

Изменение квалификации по отдельным функциям исследовательской деятельности происходит неравномерно (рисунки 6.19–6.21). В первую очередь возрастает (притом совместно) квалификация в области освоения и создания обеспечивающих средств, реализации отдельных элементов плана и синтеза результатов. Затем появляется опыт поиска проблем и их формализации. Любопытно, что выдвижение собственных оригинальных идей решения проблем при оптимальной стратегии развития приходит сравнительно поздно. Как ни заманчиво выглядит пожелание, чтобы это случалось раньше, вся практика «мужания» основного корпуса ученых, а моделируется типовая стратегия именно для молодого контингента, подтверждает справедливость этого заключения. Что ни говори, а большинство аспирантов защищает кандидатские диссертации на идеях своего научного руководителя, и лишь затем «дорастает» до генерирования собственных. Еще более отстают в развитии навыки самокритического анализа, хотя именно они являются внутренним источником развития научных идей. Понять причину этого можно: в рамках оптимальной стратегии, диктуемой целевой установкой на «ежеминутное», т. е. на краткосрочную перспективу, признание, повышение квалификации и удовлетворение от работы, личность предпочитает пользоваться трудом своего научного руководителя в отношении постановки проблем, а не тратить время на развитие собственной квалификации, обуславливающей эту способность. Как благое пожелание, хотелось бы, чтобы она успевала во всем, однако количественный анализ (компьютерное моделирование) показывает, что в типовых условиях это недостижимо, и приходится выбирать наилучший из возможных вариантов развития.

Итак, компьютерное моделирование позволило предложить оптимальную типовую стратегию развития личности. Но как реализовать ее на практике, положить в основу работы с одаренной молодежью, безусловно, индивидуализируя применительно к особенностям каждого молодого человека? Перейдем к обсуждению этого вопроса.

Рассмотрим общие тенденции развития научных способностей по этой схеме. Первоначально деятельность охватывает почти равномерно все уровни, концентрируясь по функциям на реализации отдельных элементов плана исследования, синтезе результатов и освоении обеспечивающих средств. Затем она все более смещается на уровень фрагментов и сосредотачивается на сугубо творческой и приносящей удовлетворение функции синтеза. Такая тенденция диктуется, видимо, тем, что синтез увеличивает мотивацию, а следовательно, и общее время занятий научной деятельностью (напомним, что моделируется самостоятельное развитие личности в соответствии с ее целевой установкой, т. е. она сама определяет время, уделяемое научной деятельности). К 20 годам центр деятельности смещается на формализован-

ную постановку задач, а затем вновь возвращается к синтезу в сочетании с поиском проблем. После 30 лет большая часть усилий реализуется уже не на уровне фрагментов, а на следующем уровне – задач; преобладающей же функцией становится выдвижение творческих идей. В целом же затрачиваемое время распределяется между уровнями следующим образом (в процентах):

- уровень фрагментов – 43,
- уровень задач – 31,
- уровень проблем – 7,
- уровень направлений – 19.

За школьно-вузовский период процентное распределение уровней таково:

- уровень фрагментов – 67,
- уровень задач – 11,
- уровень проблем – 5,
- уровень направлений – 17.

Дадим краткое описание типов исследовательских работ, выполняемых в школьно-вузовский период.

Таблица 6.3 – Результаты моделирования локально-оптимальной стратегии развития (по (Пивявский, 2001))

Возраст, лет	Тип исследовательской деятельности	Творческий рейтинг, %	Напряженность исследовательской деятельности, час/день	Сравнительный уровень напряженности исследовательской деятельности по строке (1 – невысокий, 2 – обычный, 3 – высокий, 4 – максимальный)												
				Уровни исследовательской деятельности				Функции исследовательской деятельности								
				1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9
15–16	Обзорно-исследовательская	0,3	2,7	4	3	2	3	1	1	3	3	4	4	1	1	
16–17	Обзорно-исследовательская	0,6	3,5	4	3	2	3	1	1	3	4	2	4	1	1	
17–18	Обзорно-исследовательская	0,8	3,5	4	2	1	3	1	1	2	3	3	4	1	1	
18–19	Поисково-исследовательская	2,3	3,3	4	1		2	3	1	2	1	2	4			
19–20	Поисково-исследовательская	8,2	4,8	4	1		1	2	1	1	2	2	4		1	
20–21	Постановочная	10,2	4,5	4	1	1	2	1	4	2	1	2	3	1	1	
21–23	Синтезирующая	10,5	4,9	4	1		2	1	1	2	2	2	4	1	1	
23–24	Поисково-синтезирующая	11,3	5,5	4	2		2	3	1	2	2	2	4	1	1	
24–34	Поисково-синтезирующая	33,3	10,3	4	2	1	2	2	1	2	2	2	4	1	1	1
34–44	Сбалансированная	67,5	7,8	2	4	3	3	1	2	4	2	3	3	1	1	1
44–54	Инновационно-обобщающая	74,3	6,9	1	4	1	3	1	1	4	1	1	1	1	1	1
54–65	Инновационно-обобщающая	83,3	6,5	1	4	1	2	1	1	4	1	1	1	1	1	
65–75	Инновационно-обобщающая	93,8	5,1	1	4	1	42	1	1	4	1	1	1	1	1	

6.10. Типовая оптимальная стратегия формирования научных компетенций

В (Пиявский, 2001) с использованием математических методов оптимизации разработана оптимальная стратегия развития исследовательских компетенций для типового набора коэффициентов математической модели.

Обеспечить реализацию этой стратегии призвано методически грамотное научное руководство, когда содержание выполняемых студентом исследовательских работ соответствует оптимальной структуре деятельности на данном этапе его развития. Для того чтобы реализовать такой подход на практике, было решено интерпретировать оптимальную стратегию в виде последовательности четырех видов исследовательских работ различной методической структуры: *обзорная, поисковая, постановочная, синтезирующая*.

Каждый вид работы характеризуется различным сочетанием исследовательских функций, реализуемых на различных уровнях исследовательской деятельности. Они показаны в таблицах 6.3–6.10, где приняты качественные обозначения: относительно невысокий удельный объем в общей трудоемкости выполнения работы, средний и высокий.

Эта структура находит отражение в наборе требований, составляющих содержание задания на выполнение работы. Ниже приводятся рекомендации, разработанные для руководителей исследовательских работ студентов. Предлагая обучаемому тему работы, они наполняют соответствующую методическую структуру реальным предметным содержанием.

6.10.1. Обзорная исследовательская работа (1-й курс)

Охватывает все четыре уровня научной деятельности, на ранних этапах – примерно равномерно, затем смещая половину деятельности на уровень фрагментов, т. е. концентрируясь на решении конкретного вопроса. По функциям в основном охватывает функции синтеза, а также освоения средств и реализации идей.

Таблица 6.4 – Структура обзорной исследовательской работы, 1-й курс (сравнительный объем в общей структуре деятельности)

Уровни исследовательской деятельности	Функции исследовательской деятельности								
	Поиск тематики	Постановка темы исследования	Формирование ключевой идеи решения	Выбор, освоение и реализация обеспечения	Реализация элементов плана решения	Синтез решения	Оформление результатов работы	Ввод в научный оборот, защита, сопровождение	Внутренний критический анализ
направлений	Н		Н						
проблем									
задач	Н		Н						
начальный	Н		Н	В	В	С	В	В	

Чтобы обеспечить соответствие описанной методической структуре, работа должна включать в себя следующие задания:

1) прочитать в научно-популярной литературе о соответствующем научном направлении и кратко описать его (2–3 стр.) с проработкой отдельного фрагмента, желательно совпадающего с заданием на выполнение обзорно-исследовательской работы;

2) узнать со слов научного руководителя и по предложенным им материалам о соответствующей проблеме и задаче, сделать акцент на новизну используемых в них различных идей и кратко описать (2–3 стр.);

3) получить от научного руководителя задание на исследование определенного вопроса, включающее в себя следующие разделы (в методическом плане):

– постановку вопроса и его формализацию, включая актуальность, новизну, возможно, практическое значение;

– выбор плана, в котором необходимо выдвинуть новые идеи;

– предположения о том, какие обеспечивающие элементы нужно будет выбрать и освоить;

– приблизительный перечень работ, которые нужно будет выполнить;

– предположить, в чем будет заключаться синтез результатов работ между собой и уже известными результатами более высоких научных уровней;

– провести исследование предложенного вопроса и описать результаты (8–10 стр.), в аннотации кратко осветить суть всех этих разделов;

– защитить работу на конференциях разного уровня;

– если работа того стоит, подготовить к печати и направить на издание.

Формирование идей и синтез результатов должны быть обязательно увлекательны и интересны для обучаемого.

Далее приводится типовое задание на выполнение работ данного вида. Разделы, набранные курсивом, считаются обязательными, прочие – желательными. Это же соглашение действует и в отношении типовых заданий по работам других видов.

Задание:

• *Краткое содержание работы.*

• *По каким источникам и сайтам Интернета ознакомиться с направлением науки и техники по теме работы и написать краткий реферат (2–3 стр.)?*

• *По каким источникам и сайтам Интернета ознакомиться с конкретными научными проблемами и задачами по теме работы и кратко описать (2–3 стр.)?*

• Практическая значимость работы, возможные заинтересованные организации и лица.

• В чем заключается предполагаемые новизна работы и вклад собственно автора в новизну:

– постановки задачи,

– ключевых идей,

– методов исследования,

– полученных результатов?

• *Какие обеспечивающие средства исследования и по каким источникам разработать и / или освоить?*

• Где предполагается использовать результаты работы?

• *Какие работы предстоит выполнить автору в процессе исследования (по месяцам)?*

• *В чем будет состоять синтез результатов (их сопоставление и увязка между собой и с известными результатами других авторов, возможное использование результатов научным руководителем и другими авторами)?*

• Где может быть доложена работа?

• Куда может работа быть направлена для опубликования?

• Перспективы развития работы.

6.10.2. Поисковая исследовательская работа (2–3-й курсы)

Работа концентрируется на начальном уровне, затрагивая (10–20 %) уровень направлений. По функциям же сосредотачиваются на синтезе и поиске вопросов для решения, при том что на постановку и формализацию задач, как и на оформление и последующие функции, тратится минимум времени. Работа такой структуры логически может вытечь из преды-

дущих работ при хорошем знакомстве с проблемами и задачами, которыми занимается научный руководитель. Его роль здесь больше направляющая и консультирующая, чем диктующая. Он должен направлять обучаемого так, чтобы тот почти самостоятельно выбирал вопросы для исследования и увязывал результаты их исследования между собой (синтез!). В постановке же задачи, поиске обеспечивающих средств и прочего руководитель должен помочь обучающемуся. Работа охватывает 2–3-й курсы вуза.

Задание содержит следующие разделы:

1) составить вместе с научным руководителем перечень (около десятка) вопросов для исследования по тематике научного руководителя, обосновать выбор из них темы своего исследования, все это кратко описать (5–6 стр.), в том числе дать четкую постановку темы. Важно, в частности, чтобы выбранная тема предусматривала несколько разноплановых частей, с тем чтобы синтез результатов был существенной частью всей работы;

2) проанализировать новизну идей, положенных в основу смежных работ научного руководителя, и предложить идеи для решения своего исследовательского вопроса; все кратко описать (5–6 стр.);

3) выполнить исследование по выбранной теме и все описать (10–15 стр.);

4) доложить на конференциях и, если представляет интерес, направить материал для публикации;

5) изучить и описать в качестве пособия для учебного процесса материал (по указанию научного руководителя) на уровне соответствующего научного направления. Желательно, чтобы ему как-то соответствовало и проведенное исследование. Принять участие в использовании разработанного материала в учебном процессе;

6) составить вместе с научным руководителем перечень около десятка вопросов для исследования по тематике научного руководителя, обосновать выбор из них темы своего исследования, все это кратко описать (5–6 стр.), в том числе дать четкую постановку темы. Важно, в частности, что выбранная тема должна предусматривать несколько разноплановых частей с тем, чтобы синтез результатов был существенной частью всей работы;

7) проанализировать новизну идей, положенных в основу смежных работ научного руководителя, и предложить идеи для решения своего исследовательского вопроса; все кратко описать (5–6 стр.);

8) изучить и описать в качестве пособия для учебного процесса в вузе какой-либо материал (по указанию научного руководителя). Очень желательно, чтобы ему как-то соответствовало и проведенное исследование. Принять участие в использовании разработанного материала в учебном процессе.

Задание:

- *Краткое содержание работы.*
- *Ознакомиться с новостями науки и техники по теме работы по литературным источникам и материалам Интернета и написать краткий реферат (2–3 стр.).*
- *Ежемесячно составлять краткий реферат научной статьи по направлению своей специализации, выбранной из научных журналов, указанных руководителем.*
- *С учетом предыдущих работ автора и направлений исследований научного руководителя предложить около десятка возможных тем для исследования и, проанализировав их, обосновать выбор именно данной темы исследования.*
- *Обосновать необходимость включения в работу ряда автономных блоков.*
- *Практическая значимость работы, возможные заинтересованные организации и лица.*
- *В чем, предположительно, состоит новизна работы и вклад собственно автора в новизну:*
 - постановки задачи;
 - ключевых идей;
 - методов исследования;
 - полученных результатов?

- Какие обеспечивающие средства исследования необходимо освоить по следующим источникам (указать при разработке задания).
- Где будут использованы результаты работы?
- Разработать и обосновать план исследования (по месяцам).
- В чем будет состоять синтез результатов (их сопоставление и увязка между собой и с известными результатами других авторов, возможное использование результатов научным руководителем и другими авторами)?
- Значимость результатов работы с позиций проблем и задач соответствующего направления науки и техники.
- Разработать следующий учебно-методический материал для использования результатов работы в учебном процессе при изучении соответствующего направления науки и техники.
- Принять участие в телеконференции в Интернете по тематике своей специализации.
- Включить реферат своей работы в свою страничку в Интернете.
- Где может быть доложена работа?
- Куда может работа быть направлена для опубликования?
- Перспективы развития работы.

Таблица 6.5 – Структура поисковой исследовательской работы, 2-й курс (сравнительный объем в общей структуре деятельности)

Уровни исследовательской деятельности	Функции исследовательской деятельности								
	Поиск тематики	Постановка темы исследования	Формирование ключевой идеи решения	Выбор, освоение и реализация обеспечения	Реализация элементов плана решения	Синтез решения	Оформление результатов работы	Ввод в научный оборот, защита, сопровождение	Внутренний критический анализ
направлений			Н						
проблем	Н								
задач	С	Н	Н			Н	Н	Н	
начальный		Н	Н	С	В	С	В	В	

Таблица 6.6. – Структура поисковой исследовательской работы, 3-й курс (сравнительный объем в общей структуре деятельности)

Уровни исследовательской деятельности	Функции исследовательской деятельности								
	Поиск тематики	Постановка темы исследования	Формирование ключевой идеи	Выбор, освоение и реализация обеспечения	Реализация элементов плана решения	Синтез решения	Оформление результатов работы	Ввод в научный оборот, защита, сопровождение	Внутренний критический анализ
направлений	Н	Н	Н		Н				
проблем					Н				
задач	В	С	Н		Н	С	С	Н	
начальный	Н	С		Н	В	В	В	В	Н

6.10.3. Постановочная исследовательская работа (4-й курс)

По объему работа заполняет все четыре уровня (подобно наиболее поздней из обзорно-исследовательских работ), но еще большая доля времени приходится на уровень фрагментов. По функциям половина времени идет на постановку и формализацию вопроса, еще четверть – на синтез результатов на уровне фрагментов. Выполняется на 4-м курсе, должна стать бакалаврской диссертацией и быть достойной опубликования.

Для того чтобы удовлетворить требуемой методической структуре и в то же время поставить в один логический ряд с ранее выполненными работами, данную работу хорошо бы рассматривать как теоретическое обобщение или развитие прежней (или прежних) работ обучаемого. В этом случае формализация, постановка задачи и синтез результатов займут должное место и заодно протянется связь с уровнями проблем и направлений, но здесь, впрочем, как и в предыдущей работе, основным является подготовка учебных пособий, может быть, и не в связи непосредственно со своим исследованием, или реферирование статей из научных журналов. Содержание задания в основном таково:

- обобщить свои собственные и иные исследования по определенному вопросу и предложить формализованную постановку вопроса, описать ее с обоснованием (6–10 стр.);
- провести исследование поставленного вопроса с акцентом на синтез и сопоставление результатов, описать его и направить статью в центральную печать;
- доложить на научной (для сотрудников) конференции и защитить как бакалаврскую диссертацию;
- разработать учебное пособие по смежному разделу соответствующей дисциплины или написать реферат по ряду публикаций в научной печати, относящихся к уровню научного направления.

Таблица 6.7 – Структура постановочной исследовательской работы, 4-й курс (сравнительный объем в общей структуре деятельности)

Уровни исследовательской деятельности	Функции исследовательской деятельности								
	Поиск тематики	Постановка темы исследования	Формирование ключевой идеи решения	Выбор, освоение и реализация обеспечения	Реализация элементов плана решения	Синтез решения	Оформление результатов работы	Ввод в научный обиход, защита, сопровождение	Внутренний критический анализ
направлений	Н	Н	Н		Н				
проблем					Н				
задач	В	С	С	Н	С	В	В	С	
начальный	Н	Н	Н	С	В	В	С	Н	С

Задание:

- Направление науки и техники.
- *Краткое содержание работы.*
- *Подобрав источники и выполнив поиск в Интернете, ознакомиться с новыми результатами в данном направлении и написать развернутый реферат (10–15 стр.), сопоставляющий материал с результатами предыдущего обзора.*
 - *Ежемесячно составлять краткий реферат научной статьи по направлению своей специализации, выбранной из научных журналов (указать при разработке задания).*
 - *Разработать краткий конспект следующей научной монографии, опубликованной по новым подходам в области специализации.*

- Проанализировать свои предыдущие работы, их связь с новыми научными проблемами и задачами в рамках направления, с работами научного руководителя и обосновать возможность и актуальность теоретического обобщения предыдущих работ автора.

- Разработать обладающую новизной формализованную постановку задачи.

- Практическая значимость работы, возможные заинтересованные организации и лица.

- В чем, предположительно, состоит новизна работы и вклад собственно автора в новизну:

- постановки задачи;

- ключевых идей;

- методов исследования;

- полученных результатов?

- Выбрать и освоить необходимые обеспечивающие средства исследования.

- Где будут использованы результаты работы?

- Какие работы необходимо провести автору в процессе исследования (по месяцам)?

- В чем будет состоять синтез результатов (их сопоставление и увязка между собой и с известными результатами других авторов, возможное использование результатов научным руководителем и другими авторами)?

- Подготовить следующий учебно-методический материал для использования результатов работы в учебном процессе при изучении соответствующего направления науки и техники.

- Поместить свою работу в Интернете и описать ее в поисковых серверах и телеконференциях.

- На каких взрослых научных конференциях доложить работу?

- Куда направить работу для опубликования в центральной печати?

- Вступить в переписку по Интернету по тематике своей работы.

- Перспективы развития работы на основе содержащегося в ней теоретического обобщения.

6.10.4. Синтезирующая исследовательская работа (магистратура, 5–6-й курсы)

Здесь две трети всех усилий идет на синтез – видимо, он служит источником повышения мотивации, чтобы скомпенсировать «интеллектуальную усталость» от предыдущей и текущей деятельности. Поэтому нужно сделать этот синтез максимально увлекательным для обучаемого, используя изменение его статуса в связи с переходом в магистратуру. Возможные пути – непосредственное участие в учебной деятельности, научные контакты по своей тематике через Интернет, участие в заявках на гранты, на научных конференциях и обсуждениях. У обучаемого уже есть свой научный задел, достаточный для того, чтобы включать его в работу научного руководителя на уровне выдвижения идей по отдельным частям работы и их реализации. Другое направление синтеза – поиск путей применения своей прежней работы в других задачах и областях, опираясь на то, что она – теоретическое обобщение, т. е. достаточно широка по области возможного распространения. Итак, обучаемый становится сотрудником своего научного руководителя, который ставит ему вопросы для самостоятельного решения в рамках своей работы. Одновременно, чтобы не утратить перспективу, обучаемый широко интересуется современными направлениями в своей области, пишет обзоры для лекций. Выполняется на 5–6-м курсах. Задание состоит в следующем:

- написать реферат по перспективным научным направлениям в своей области науки и техники, подготовить и прочесть лекцию на эту тему;

- написать обзорный реферат по направлениям внедрения и развития своей предыдущей работы с учетом научных задач, решаемых научным руководителем, и в смежных областях; обосновать выбор темы текущего исследования;

- выполнить это исследование с особым упором внутри своей многоплановой работы на синтез результатов;
- направить работу в печать, доложить на научных конференциях;
- установить научные контакты с другими учеными через Интернет, конференции и др.;
- установить контакты с предприятиями, заинтересованными в результатах работы.

Таблица 6.8 – Структура синтезирующей исследовательской работы, 5–6-й курсы (сравнительный объем в общей структуре деятельности)

Уровни исследовательской деятельности	Функции исследовательской деятельности								
	Поиск тематики	Постановка темы исследования	Формирование ключевой идеи решения	Выбор, освоение и реализация обеспечения	Реализация элементов плана решения	Синтез решения	Оформление результатов работы	Ввод в научный оборот, защита, сопровождение	Внутренний критический анализ
направлений	Н	Н	Н	Н	Н	Н			
проблем	С	Н			Н	С			
задач	С	Н	С	В	В	В	В	В	Н
начальный	С	Н	Н	Н	В	В	В	В	В

Задание:

- *Направление науки и техники.*
- *Краткое содержание работы.*
- *Выявить литературные источники, материалы научных конференций и Интернета и ознакомиться с новыми результатами в данном направлении; написать подробный реферат, подготовить и прочесть лекцию на эту тему (кому, когда).*
- *Проанализировать и описать связь данной работы с новыми научными проблемами и задачами в рамках направления, с работой научного руководителя и других авторов, предыдущими работами студента.*
- *Ежемесячно составлять краткий реферат научной статьи по направлению своей специализации, выбранной из научных журналов, указанных руководителем.*
- *Разработать краткий конспект следующей научной монографии, опубликованной по новым подходам в области специализации.*
- *Актуальность работы.*
- *Практическая значимость работы, возможные заинтересованные в ней организации и лица.*
- *В чем предполагается новизна работы и вклад собственно автора в новизну:*
 - постановки задачи;
 - ключевых идей;
 - методов исследования;
 - полученных результатов?
- *Подобрать и освоить необходимые нестандартные обеспечивающие средства исследования.*
- *Где будут использованы результаты работы? Что необходимо выполнить для обеспечения их применения?*
- *Какие работы необходимо выполнить в процессе исследования (по месяцам)?*

- В чем будет состоять синтез результатов (их сопоставление и увязка между собой и с известными результатами других авторов, возможное использование результатов научным руководителем и другими авторами)?

- Предполагаемое использование результатов работы в учебном процессе при изучении соответствующего направления науки и техники. Какой учебно-методический материал необходимо подготовить?

- На каких научных конференциях рекомендуется доложить работу?

- С какими предприятиями и организациями следует установить связи по тематике работы? Характер взаимодействия с ними.

- С какими научными коллективами и учеными необходимо установить связи через Интернет, переписку, контакты на конференциях? Характер взаимодействия с ними.

- Куда направить работу для опубликования в центральной печати?

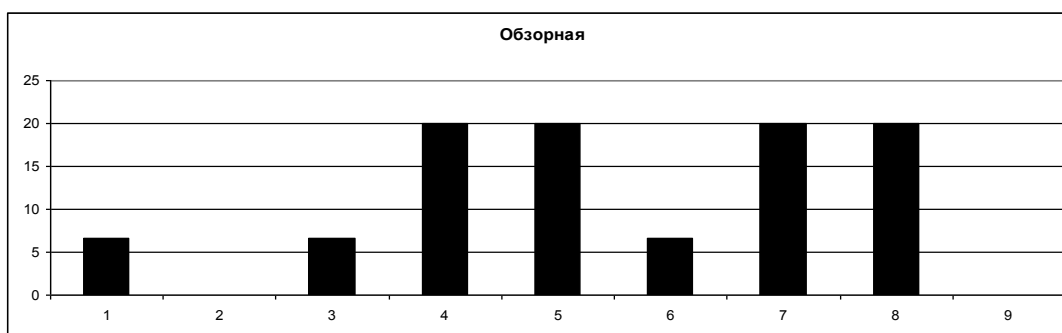
Для агрегированной математической модели, которая описывает развитие личности в 9-мерном фазовом пространстве функций исследовательской деятельности, структура типовой стратегии представлена в таблице 6.9.

В ней принята балльная оценка трудоемкости реализации отдельных функций. Баллы рассчитываются следующим образом. Объем, соответствующий «невысокому» уровню, принят за 1 балл, «среднему» – за 3 балла и «высокому» – за 9 баллов. Такое соотношение соответствует выводу методов Аналитической иерархии (АНР) [35] и ПРИНН [27], о том, что количественный эквивалент понятий «больше – меньше» может быть принят равным трем.

Таблица 6.9 – Типовая оптимальная структура исследовательских работ для функций, агрегированных по уровням деятельности (сравнительный объем в общей структуре деятельности), баллы

Тип работы	Функции исследовательской деятельности, агрегированные по уровням исследовательской деятельности								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Обзорная	3		3	9	9	3	9	9	
Поисковая	4	2	3	3	9	4	10	9	
Исследовательская	11	7	2	1	12	12	12	10	1
Постановочная	11	5	5	4	14	18	12	4	3
Синтезирующая	10	4	5	11	20	22	18	18	10

На рисунке 6.23 показана эта же стратегия.



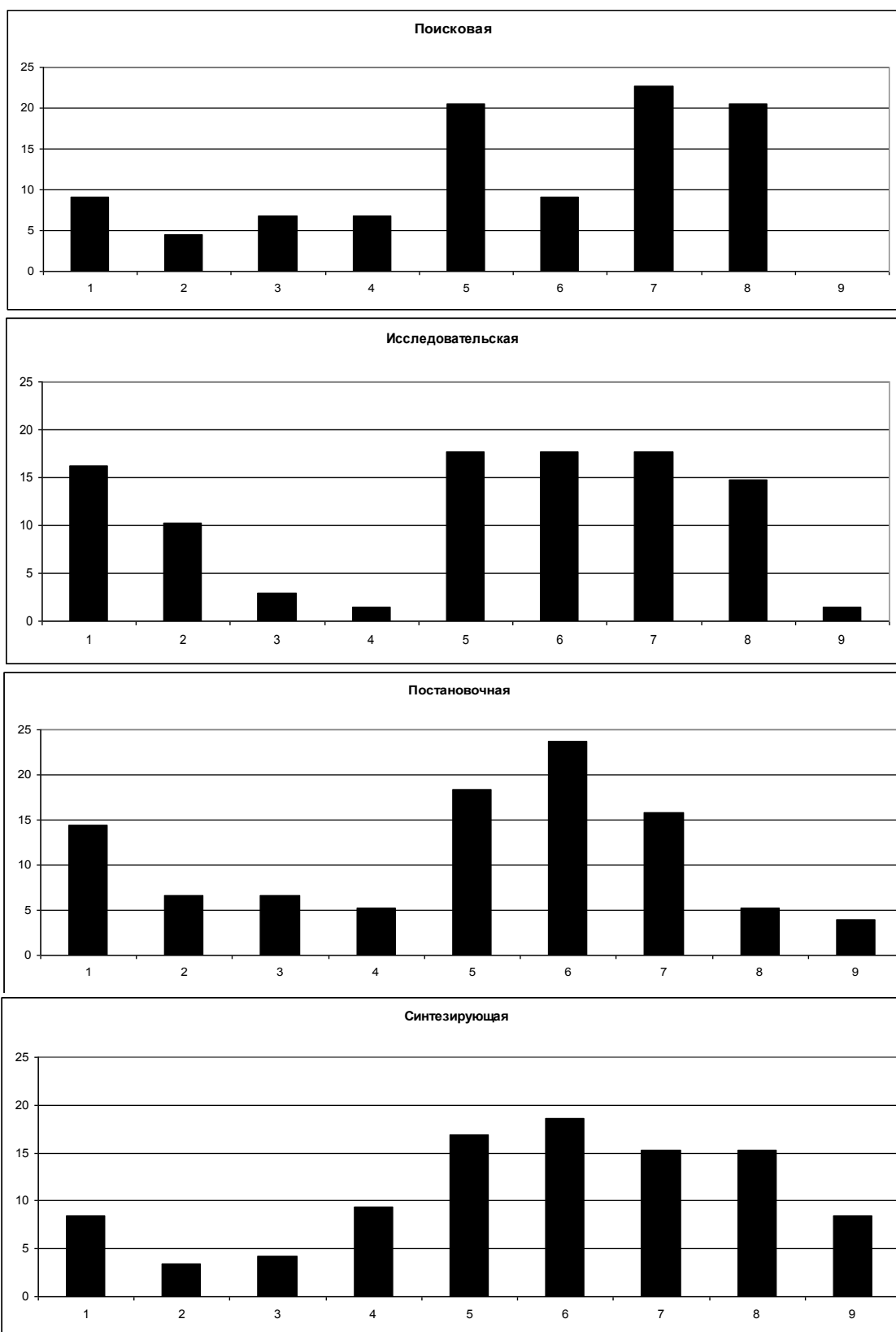


Рисунок 6.23 – Типовая оптимальная структура исследовательских работ для функций, агрегированных по уровням деятельности

6.11. Компьютерная программа оптимального планирования исследовательской деятельности на начальном уровне на четыре года (десятимерная модель)

Эта компьютерная программа разработана в среде Excel и предназначена для реализации общей математической модели развития исследовательской квалификации на единственном уровне исследовательской деятельности – начальном, на котором в основном и происходит продвинутая учебно-исследовательская деятельность в школьно-вузовский период (по крайней мере, в бакалавриате). Таким образом, модель содержит десять фазовых координат (девять исследовательских функций и мотивация). Это позволяет существенно уменьшить объем требуемых исходных данных и сделать программу удобной для индивидуального использования, что имеет огромное педагогическое и психологическое значение. Кроме того, это позволило реализовать не локально-оптимальный, а глобальный подход к формированию оптимальной стратегии развития исследовательских компетенций.

Программа совместно использует метод Эйлера для интегрирования системы дифференциальных уравнений (ее точность достаточна для решаемых задач, а неоспоримым преимуществом является то, что идея алгоритма понятна любому школьнику) и встроенную в Excel функцию «Поиск решения».

На рисунке 6.24 показан общий вид экрана программы, на последующих рисунках – зоны размещения исходной информации, содержание которой в основном ясно из описания соответствующей математической модели.

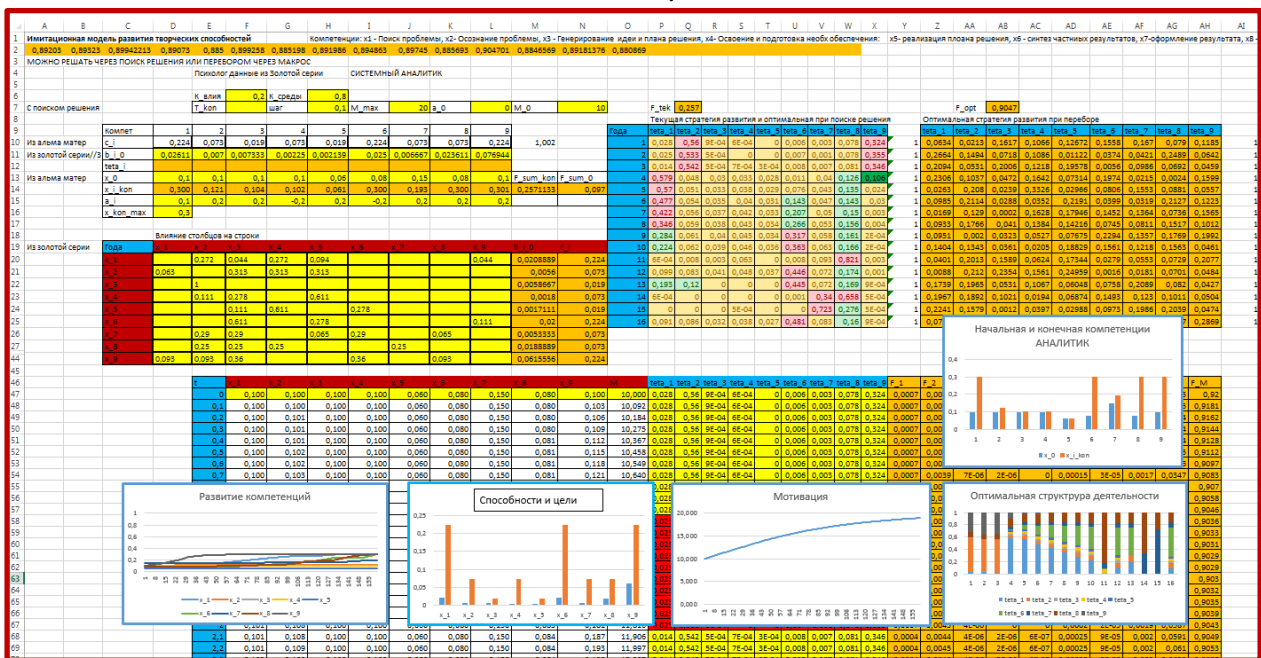


Рисунок 6.24 – Общий вид экрана программы

Из дополнительных характеристик, размещенных на экране программы (рисунок 6.25) отметим следующие:

- $K_{\text{влия}}$ – масштабирующий коэффициент, который позволяет пропорционально ему изменять коэффициенты влияния уровня сформированности одних компетенций на скорость формирования других;
- $K_{\text{среды}}$ – коэффициент, равный коэффициенту uskog из математической модели;
- Шаг – шаг интегрирования в методе Эйлера;
- $T_{\text{кон}}$ – параметр, задающий конец периода интегрирования в методе Эйлера;
- M_0, M_{max}, a_0 – соответствующие параметры из математической модели.

Отметим особо $x_{kon-max}$ – параметр, позволяющий накладывать ограничение на максимальное значение, которое могут принимать отдельные компетенции в оптимальном решении. Это позволяет влиять на гармоничность решения, не позволяя модели чрезмерно развить одни компетенции в ущерб остальным, например, сформировать план, который приведет к развитию лишь одной компетенции, оставив другие на практически нулевом уровне. Такая отрицательная особенность является органическим недостатком используемой модели, которая не учитывает аспекта гармоничности. При дальнейшем ее развитии требование гармоничности будет включено в саму модель, когда она начнет интегрироваться с моделями психологического развития и социализации; пока же они работают отдельно.

На остальных рисунках показаны элементы решения, которые не нуждаются в комментировании.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N				
1	Имитационная модель развития творческих способностей													Компетенции: x1 - Поиск проблемы, x2 - Осознание проблемы, x3 - Генерирова				
2	0,892029	0,893233	0,89942213	0,890728	0,885	0,899258	0,885198	0,891986	0,894863	0,89745	0,885693	0,904701	0,8846569	0,89181376				
3	МОЖНО РЕШАТЬ ЧЕРЕЗ ПОИСК РЕШЕНИЯ ИЛИ ПЕРЕБОРОМ ЧЕРЕЗ МАКРОС																	
4	Психолог данные из Золотой серии						СИСТЕМНЫЙ АНАЛИТИК											
7	С поиском решения		K_влия		0,2	K_среды		0,8	T_kon		шаг	0,1	M_max	20	a_0	0	M_0	10
10	Из альма матер	c_i	0,224	0,073	0,019	0,073	0,019	0,224	0,073	0,073	0,224	0,073	0,224	1,002				
11	Из золотой серии//	b_i_0	0,026111	0,007	0,007333	0,00225	0,002139	0,025	0,006667	0,023611	0,076944							
12		teta_i																
13	Из альма матер	x_0	0,066	0,066	0,024	0,066	0,024	0,04	0,024	0,01	0,01	F_sum_kon	F_sum_0					
14		x_i_kon	0,091	0,066	0,024	0,066	0,024	0,200	0,024	0,010	0,200	0,1229374	0,039					
15		a_i	-0,8	0,2	0,2	-0,2	0,2	-0,2	0,2	0,2	0,2							
16		x_kon_max	0,2															

Рисунок 6.25 – Размещение основных исходных данных

	Motn_kor	0,965		K_F	K_M	KOMP			
	F_tek	4,903		0,5	0,5	2,934			
Текущая стратегия развития и оптимальная при поиске решения									
Семестр	teta_1	teta_2	teta_3	teta_4	teta_5	teta_6	teta_7	teta_8	teta_9
1	0,14	0,04	0,01	0,01	0,01	0,14	0,02	0,62	0,02
2	0,20	0,04	0,03	0,02	0,02	0,20	0,02	0,47	0,01
3	0,24	0,05	0,03	0,02	0,02	0,24	0,02	0,34	0,04
4	0,41	0,04	0,03	0,02	0,02	0,41	0,02	0,02	0,03
5	0,17	0,17	0,03	0,02	0,03	0,17	0,02	0,37	0,01
6	0,45	0,01	0,01	0,01	0,01	0,45	0,02	0,02	0,01
7	0,46	0,01	0,01	0,01	0,01	0,46	0,02	0,02	0,01
8	0,45	0,01	0,01	0,01	0,01	0,45	0,02	0,02	0,01
9	0,03	0,74	0,11	0,01	0,01	0,03	0,02	0,03	0,02
10	0,03	0,77	0,07	0,01	0,01	0,03	0,06	0,02	0,01
11	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,89	0,02	0,01
12	0,45	0,01	0,01	0,01	0,01	0,45	0,03	0,02	0,01
13	0,02	0,63	0,20	0,01	0,01	0,02	0,07	0,02	0,01
14	0,02	0,07	0,01	0,01	0,78	0,02	0,06	0,02	0,01
15	0,02	0,04	0,77	0,01	0,05	0,02	0,06	0,02	0,01
16	0,01	0,01	0,80	0,01	0,06	0,01	0,07	0,02	0,01

Рисунок 6.26 – Основной результат программы – структура распределения усилий между различными функциями исследовательской деятельности в различных семестрах

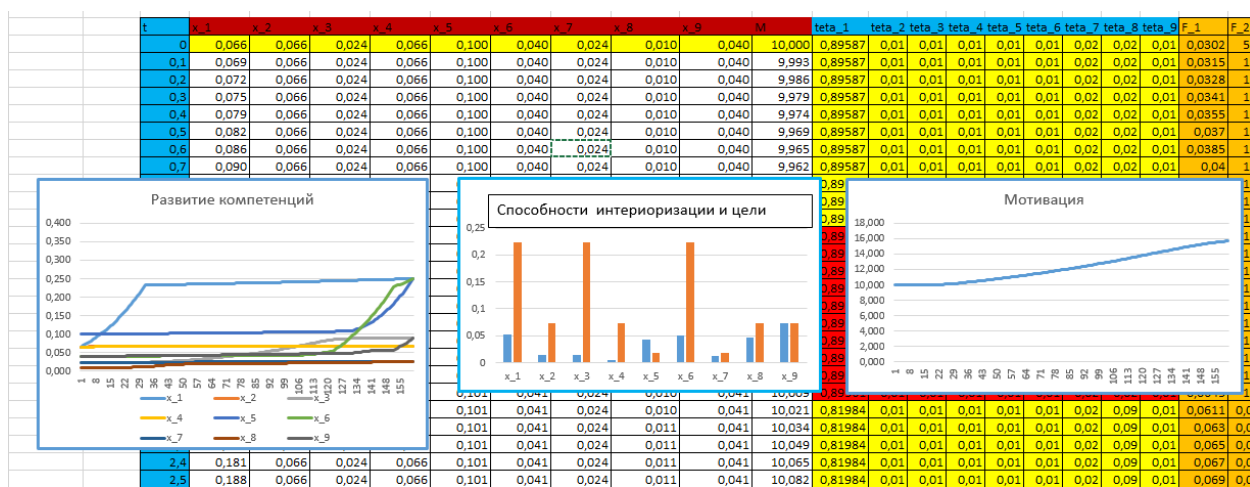


Рисунок 6.27 – Диаграммы, характеризующие решение

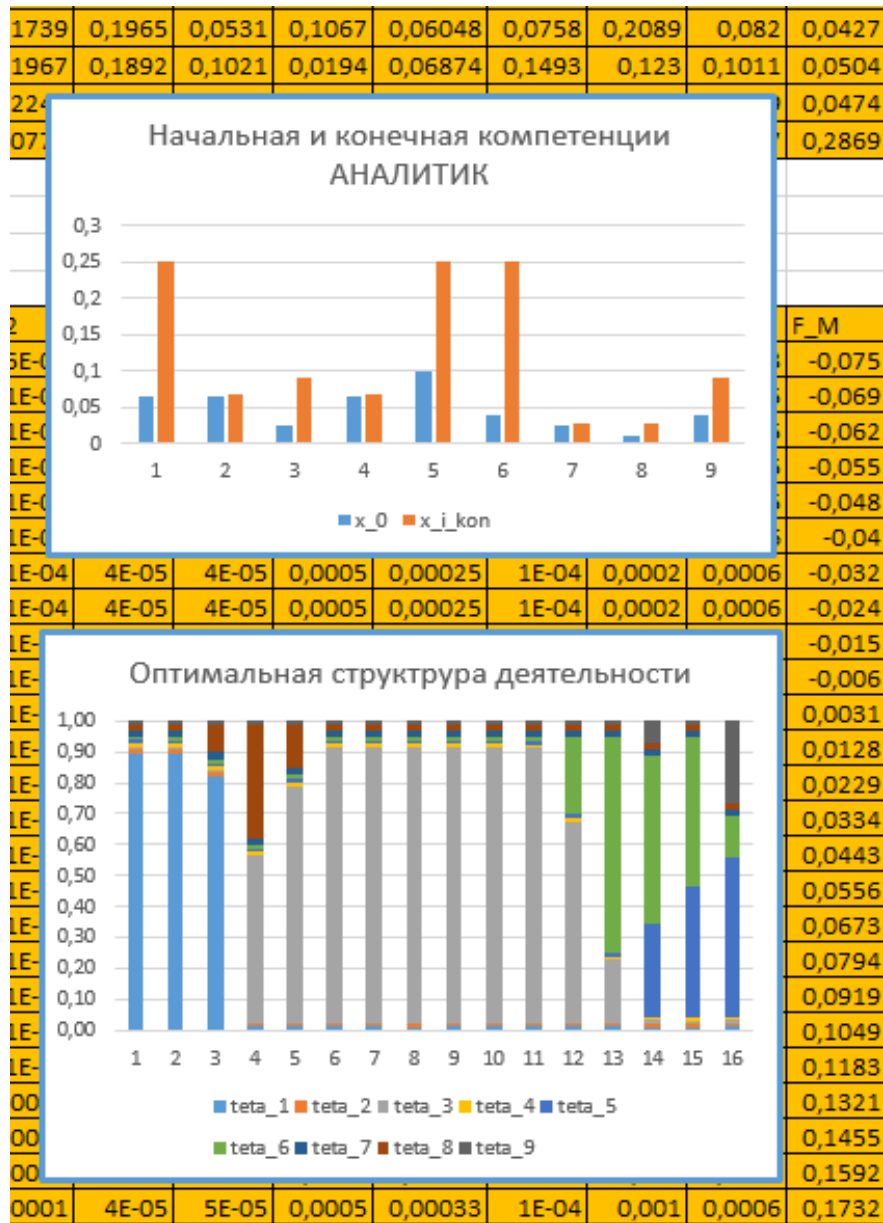


Рисунок 6.28 – Диаграммы, характеризующие решение

6.12. Самостоятельная работа «Планирование стратегии развития исследовательских компетенций с использованием трехмерной модели»

Задание: самостоятельно предложить и решить, используя трехмерную модель развития исследовательских компетенций, задачу исследования зависимости структуры управления исследовательской деятельностью развивающейся личности от ее индивидуальных особенностей. При этом исследовать совместное влияние не менее двух характеристик личности.

Отчет должен включать следующие разделы:

1. Постановка задачи исследования.
2. Обоснование набора базовых параметров модели, показывающих, что при их значениях модель дает реалистично интерпретируемые результаты (привести и прокомментировать диаграммы, взятые с экрана модели).
3. План исследования, то есть список проведенных вариантных расчетов с указанием значений изменяемых параметров модели.
4. Основные результаты расчетов, взятые с экрана модели, которые необходимы для обоснования сделанных выводов.
5. Анализ результатов моделирования и выводы, дающие ответ на поставленную задачу.

6.13. Самостоятельная работа «Планирование стратегии развития исследовательских компетенций с использованием десятимерной модели»

Задание: освоить возможности программы формирования оптимального плана развития исследовательской квалификации на четыре учебных года.

Этапы выполнения работы:

1. Поскольку программа носит учебно-экспериментальный характер и не имеет средств «защиты от дурака», скопировать ее под новым названием и работать исключительно со скопированным вариантом с тем, чтобы, испортив его, иметь возможность обратиться к сохраненному неиспорченному варианту.
2. Открыть программу и изучить ее экран, определив зоны для ввода и вывода нужной информации.
3. Заполнить зону личных исходных данных программы, используя результаты своего наукометрического портрета, значения компонентов текущей исследовательской квалификации из программы расчета творческой структуры и творческого рейтинга НИР.
4. Занести их в таблицы 6.10, 6.11 исходных данных для планирования своей исследовательской деятельности.
5. Запустить надстройку «Поиск решения» и провести расчет своего оптимального плана развития. Если результат представляется маловероятным, повторить расчет, разумно скорректировав исходные данные в таблицах 6.10, 6.11. Не получив после нескольких попыток удовлетворительный результат, обратиться за консультацией к преподавателю.
6. Занести результаты расчета в таблицы 6.12, 6.13, округлив их до двух значащих цифр. Отрастить в таблице 6.11 также первичный анализ полученного результата.
7. Привести в культурном виде взятые с экрана программы четыре диаграммы, отражающие развитие квалификации, мотивации (рисунок 6.27), сравнение начальных и конечных компетенций и посеместровую структуру активности в различных функциях исследовательской деятельности (рисунок 6.28).
8. Придумать и кратко содержательно описать образы двух различных личностей, имеющих отличающуюся от студента и отражающую особенности их образа политику выбора стратегии развития в виде комплекса целевых коэффициентов, набор коэффициентов «деятельность – мотивация» и отношение к сравнительной значимости развития квалификации и мотивации в конце периода планирования. Занести их данные в таблицы 6.10, 6.11.

9. Провести для каждой придуманной личности расчет оптимального плана развития и отразить полученные результаты аналогично результатам самого студента в виде таблиц 6.12, 6.13 и соответствующих диаграмм.

10. Написать содержательный сравнительный анализ полученных результатов и сделать выводы. Объем текста не менее 200 слов.

Таблица 6.10 – Исходные данные для расчета

Характеристики	Значения								
	1. Поиск тематики	2. Постановка (осознание) темы исследования	3. Формирование ключевой идеи (плана) решения	4. Выбор, освоение и реализация необходимого обеспечения	5. Реализация отдельных элементов исследования	6. Синтез решения	7. Оформление решения	8. Ввод в научный оборот, защита и сопровождение решения	9. Внутренний критический анализ решения
Исследовательские компетенции									
Коэффициенты «деятельность – мотивация»									
Целевые коэффициенты (политика выбора)									

Таблица 6.11 – Исходные данные для расчета

Характеристика	Значение
Коэффициент влияния среды	
Начальная мотивация (час/мес.)	
Максимальная мотивация (час/мес.)	
Коэффициент взаимовлияния компетенций	
Коэффициент относительной важности конечной квалификации	
Коэффициент сравнительной важности конечной мотивации	
Предельный уровень сформированности отдельной компетенции	

Таблица 6.12 – Результаты расчета оптимального плана исследовательской деятельности на четыре учебных года

Год	Семестр	Шаг	1. Поиск тематики	2. Постановка (осознание) темы исследования	3. Формирование ключевой идеи (плана) решения	4. Выбор, освоение и реализация необходимого обеспечения	5. Реализация отдельных элементов исследования	6. Синтез решения	7. Оформление решения	8. Ввод в научный оборот, защита и сопровождение решения	9. Внутренний критический анализ решения
	1	1									
		2									
	2	1									
		2									
	1	1									
		2									
	2	1									
		2									
	1	1									
		2									
	2	1									
		2									
4	1	1									
		2									
	2	1									
		2									
Начальная квалификация											
Конечная квалификация											
Первичный анализ											

Таблица 6.13 – Результаты расчета оптимального плана исследовательской деятельности на четыре учебных года

Характеристики	В начале	В конце
Творческий индекс		
Мотивация		
Комплексный критерий оптимальности		

ЛИТЕРАТУРА

1. Академия проблем качества. Итоги большого пути. Новые цели / Д. В. Антипов, В. Н. Козловский, Г. А. Кулаков, А. Я. Дмитриев // Качество и жизнь. – 2020. – № 2. – С. 6–11.
2. Альтшуллер Г. С. Алгоритм изобретения. – М.: Московский рабочий, 1973. – 269 с.
3. Альтшуллер Г. С. Верткин И. М. Как стать гением: жизненная стратегия творческой личности. – Минск: Беларусь, 1994. – 479 с.
4. Альтшуллер Г. С. Найти идею: введение в теорию решения изобретательских задач. – Новосибирск: Наука, 1991. – 223 с.
5. Андреев В. И. Диалектика воспитания и самовоспитания творческой личности. – Казань: Изд-во КГУ, 1988. – 236 с.
6. Белехов Ю. Н. Социокультурные и психофизиологические аспекты развития способностей к интеллектуальному творчеству // Интеллектуальная и творческая одаренность: сборник. – Самара, 1996.
7. Бергсон А. Творческая эволюция. – М.: Канон-пресс, 1998. – 382 с.
8. Богоявленская Д. Б. Психология творческих способностей: монография. – Самара: Федоров, 2009. – 416 с.
9. Бунге М. Интуиция и наука. – М., 1967. – 187 с.
10. Выготский Л. С. Собрание сочинений. Т. 2. Проблемы общей психологии. – М.: Педагогика, 1982. – 504 с.
11. Гальперин П. Я., Котик Н. Р. К психологии творческого мышления // Вопросы психологии. – 1982. – № 5. – С. 80–84.
12. Годфруа Ж. Что такое психология. Т. 1. – М.: Мир, 1992.
13. Диверсификация компетенции проблемы и задачи. Новые возможности / С. В. Чемезов, Н. А. Волобуев, Ю. Н. Коптев, А. И. Каширин // Инновации. – 2017. – № 4 (222). – С. 17.
14. Диксон Дж. Проектирование систем: изобретательство, анализ и принятие решений: пер. с англ. – М., 1969. – URL: <https://gtmarket.ru/library/basis/6094> (дата обращения: 01.01.2022).
15. Ерошкина И. В. Структура исследовательской деятельности учащихся основной школы в современном развивающем образовании // Педагогическое образование в России. – 2012. – № 8.
16. Зимняя И. А., Шашенкова Е. А. Исследовательская работа как специфический вид человеческой деятельности. – Ижевск; Москва: Изд-во Удмуртского гос. ун-та, 2001. – 103 с.
17. Знание // Большая российская энциклопедия (2004). – URL: <https://bigenc.ru/philosophy/text/1994642> (дата обращения: 27.12.2021).
18. Ильин Е. П. Психология творчества, креативности, одаренности. – М.; СПб.; Н. Новгород [и др.]: Питер, 2011. – 444 с.
19. Информационная технология профориентации творчески одаренных студентов вузов / С. А. Пиявский, С. Р. Кирюков, А. С. Кузнецов, Г. А. Кулаков // Информатика и образование. – 2020. – № 8. – С. 6–15.
20. Информационная технология профориентации творчески одаренных студентов вузов. Региональный аспект / С. А. Пиявский, С. Р. Кирюков, А. С. Кузнецов, Г. А. Кулаков // Информатика и образование. – 2021. – № 4. – С. 12–25.
21. Исследовательская деятельность: словарь / Е. А. Шашенкова. – М.: УЦ «Перспектива», 2010. – 88 с.
22. Ларичев О. И. Теория и методы принятия решений. – М.: Логос, 2002. – 392 с.
23. Майданов А. С. Методология научного творчества. – 2-е изд. – М.: Либроком, 2012. – 512 с.
24. Макклелланд Д. Мотивация человека. – СПб.: Питер, 2007. – 672 с.
25. Новиков А. М., Новиков Д. А. Методология. – М.: Синтег, 2007. – 668 с.
26. Пиявский С. А. Исследовательская деятельность студентов в инновационном вузе: учебник. – Самара: СГАСУ, 2011. – 198 с.

27. Пиявский С. А. Управляемое развитие научных способностей молодежи. – М.: Академия наук о Земле, 2001. – 109 с.
28. Пиявский С. А., Малышев В. В. Новые методы принятия многокритериальных решений в цифровой среде. – М.: Наука, 2022. – 391 с.
29. Поддьяков А. Н. Компликология: создание развивающих, диагностирующих и деструктивных трудностей / Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2014. – 278 с.
30. Поддьяков А. Н. Развитие исследовательской инициативности в детском возрасте. дисс. ... докт. психол. н. – М.: ВШЭ, 2001. – 349 с. – URL: <https://refdb.ru/look/1654766-pall.html> (дата обращения: 15.01.2022).
31. Покрасс М. Л. Психологический возраст и возраст задержки развития: критерии измерения в работе с людьми с творческой направленностью // Материалы II проблемного семинара «Интеллектуальная и творческая одаренность». – Самара, 1997.
32. Покрасс М. Л. Психологический возраст и творчество // Материалы II проблемного семинара «Интеллектуальная и творческая одаренность». – Самара, 1997.
33. Покрасс М. Л., Пиявский С. А., Вережкина И. Н. Homo moralis, нравственный инфантилизм и творчество // Педагогический процесс как культурная деятельность: материалы Международной научно-практической конференции. – Самара, 1997.
34. Рабочая концепция одаренности / под ред. Д. Б. Богоявленской, В. Д. Шадрикова. – М.: Магистр, 1998. – 68 с.
35. Саати Т. Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993.
36. Смирнов С. Д. Педагогика и психология высшего образования: от деятельности к личности. – М.: Аспект Пресс, 1995. – 271 с.
37. Современные технологии в авиа- и ракетостроении: учебник / В. А. Барвинок [и др.]. – М., 2014. – 402 с.
38. Эфроимсон В. П. Генетика гениальности. – М.: Тайдекс Ко, 2002. – 376 с.