

# 论科学创新思维范畴的上升

郭金彬

(厦门大学 哲学系,福建 厦门 361005)

**摘要:**科学创新思维需要范畴、概念。研究范畴的联系、流动和转化,是“应用概念的艺术”。思维范畴的流动、转化能导致科学创新,就是“上升”。发散与收敛、生成与还原、有序与无序、顺向与逆向、循规与越轨、实在与虚拟、扬弃与兼容、简单与复杂、清晰与模糊、线性与非线性、对称与非对称、偶然性与必然性、连续性与间断性、渐变性与突变性、平衡性与非平衡性等范畴的流动与转化,是科学创新思维研究的重要对象。

**关键词:**科学创新;创新思维;范畴

**中图分类号:**NO31 **文献标识码:**A **文章编号:**0438-0460(2004)03-0109-06

创新是一个民族的灵魂,创新精神,是中华民族几千年来生生不息、发展壮大的重要动力。创新,包括理论创新、体制创新、科技创新及其他种种创新。熊彼得(J. a. Schumpeter)于1912年在《发展经济学》中,对创新(innovation)概念做了五个方面的界定:采用一种新产品;采用一种新方法;开辟一个新市场;掠取原材料的一种新的供应来源;实现一种工业的新的组合。20世纪80年代之后,经济学界对技术发明作为创新的首要因素的思想已有共识,而科学发现作为技术创新的源头,也相应地成为经济发展的内生变量。科技创新包括许多方面,其中重要的方面是技术创新、科学创新。科学创新一般体现为具有重大科学意义的新物种、新现象、新规律的发现,有重大影响的研究手段的使用,有重大影响的新的科学方法的应用,关键性的新科学概念的提出,新科学理论的创建以及新学科的创立,等等。而一项发明当它首次应用时,可以称之为技术创新。技术创新是发明的首次商业化应用。技术创新与科学创新关系密切。科学创新是比技术创新更基本的原始性创新。

“科学是无止境的前沿,世界没有终极的真理,创新精神是科学精神的应有之义。进行科学创

收稿日期:2003-12-20

基金项目:福建省社会科学研究“十五”规划项目(2003B019)

作者简介:郭金彬(1947-),男,福建莆田人,厦门大学哲学系教授、博士生导师。

新必须首先解放思想。”[1]创新需要思维,创新思维是推动时代前进的思想方法。科学的本质就是创新。科学创新思维是指科学领域中的创新思维。近年来,涉及科学创新思维的研究也时有进行。莱欣巴赫提出“发现的上下文”(context of discovery)和“证明的上下文”(context of justification),将发现确定为一个现实的思想过程。劳丹则建议在发现的上下文和证明的上下文之间,增加一个探索(Pursuit)的上下文。亨普尔、谢夫勒认为,创新是自由的,甚至从科学观点看来是可疑的那些观念,也会影响到创造性思维。马斯格雷夫提出,创新本身就包括一定社会文化前提指导下的概念建构;布莱克韦尔突出了发现主体在发现过程中的创造性作用;汉森提出发现的过程贯穿着概念的创造,从而也离不开最普通的人类心理活动;图尔敏则更加明确地指出:所有重大的科学创新(Scientific innovation),都旨在用新颖的概念对我们的经验做出新的解释。2001年3月,罗伯特·亨德森建立了一套完整的发现标准体系(陈述性标准、说明性标准、新颖性标准、真实性标准),对发现的主体建构性做了探讨。这些对科学创新思维的研究,大多集中在探讨科学发现的思维机制和概念建构、主体建构上。

诚如库恩等人所说,发现必须以对发现对象的“概念化”为前提,或对之提出“基本陈述”且做出实质性说明。瓦托夫斯基也把哲学看作是表述和分析多种概念,对存在的原理及存在物的起源和结构进行批判性、系统性研究的事业,把科学哲学的事业归为对科学概念和概念框架的系统研究。科学创新思维,其主观能动性的发挥是建立在客观规律的基础上的。新工具、新材料、新器械、新设备、新工艺,以及概念创新、方法创新等,不是主观随意的,而是要遵循客观规律的。科学的最高成果是概念。科学创新需要正确的概念建构。范畴是科学的最基本概念。

范畴在欧洲语词中,源出于希腊文 Kategoria(指示、证明)。在汉语中,此词来自《尚书》。《尚书》有“洪范”篇。《尚书·洪范》曰:“以箕子归,作洪范。”相传商末箕子作《洪范》,向周武王陈述天地之大法。《尚书·洪范》曰:“天乃锡禹洪范九畴,彝伦攸叙”。畴即品类,九畴是相传禹治理天下的九类大法。洪意大,《尚书·泰誓》曰:“洪惟作威,乃汝世。”“范畴”就是取自“洪范九畴”一语。基本概念有“洪”意,又各成其类,因而译为“范畴”。中国古代很早就有关于自然的范畴,如阴阳范畴和金、木、水、火、土范畴。有哲学范畴,如“气”范畴、“端”范畴、“道”范畴等等。

在人类科学思想史上,第一个系统地研究范畴的人当推古希腊哲学家亚里士多德。在他的名著《范畴篇》中,对范畴作了深入研究,第一次对概念进行分类,概括出10种范畴:实体、数量、性质、关系、地点、时间、姿态、状况、活动、遭受。18世纪德国哲学家康德提出了一个范畴体系,他把12个范畴分为4类:量的范畴(统一性、多样性、全体性);质的范畴(实在性、否定性、限制性);关系的范畴(依附性与存在性、因果性与依存性、交互性);样式的范畴(可能性—不可能性,存在性—不存在性、必然性—偶然性)。而最为庞大并且十分深刻的范畴体系是德国哲学家黑格尔建立的,黑格尔以“绝对精神”(或称为“客观概念”)为基础,建立起欧洲哲学史上最庞大的先验体系,把整个世界都统到“范畴模式论的笼子里”。[2](P85)而19世纪40年代产生的辩证唯物主义的范畴体系,则为人类的认识提供了更加有效的思维工具。

一定的范畴,标志着对客观世界认识发展的一个阶段。创新、创新思维,人类早已有之;但创新成为整个时代的显著特征,则是在“信息时代”、“改革时代”到来的今天。创新思维正是当今时代的哲学思想。适应当今时代发展的要求,应该具备和必须倡导创新思维的思想方法。创新思维是进取型的思维。科学创新思维是创新主体在社会实践中对事物在更深层次上求真务实的心理活动,是人们推动科技前进的能动过程。科学创新思维是科学领域中的创新性思维,其实质是在科学领域里思考、探索过去所没有的,当然这种思考、探索是将过去所已有的作为新的思考、探索的基础。范畴是人的思维对客观事物的普遍本质的概括和反映,人通过科学创新思维范畴把握对象的本质特征,揭示研究对象与其他事物的各种联系。科学创新思维范畴是帮助人们认识和掌握自然现象

和自然规律之网的网上纽结。

研究范畴的联系、流动和转化,是“运用概念的艺术”,科学创新思维青睐的是“带有流动范畴的辩证法”。本文提炼出 15 对范畴进行研究,研究它们在科学创新思维和创新能力建构中的联系、流动和转化,研究它们作为思维形式以及与之相关联的科学创新的实际意义,探索这些抽象的范畴在寻找其“原型”过程中可能成功的途径。本文着重讨论这 15 对范畴之间的联系、流动和转化,若这样的流动、转化能导致科学创新,就是“上升”。“上升论”要求人们思考问题时的思路在整体性思维的原则下进行恰当的调整和转换。上升、流动、转化,是在过程中进行的,它指的是在原先思考问题的程式上进行了一定阶段后发生的事,因而是活动的,是开放的。

## 二

本文所讨论的范畴是:发散与收敛、生成与还原、有序与无序、顺向与逆向、循规与越轨、实在与虚拟、兼容与扬弃、简单与复杂、清晰与模糊、线性与非线性、对称与非对称、偶然性与必然性、连续性与间断性、渐变性与突变性、平衡性与非平衡性。

### 发散和收敛

发散思维往往会迸发思想火花,它是科学创新思维极需要的品格。思想解放有利于发散思维,但发散思维不是无限度的。在思维活动中,实际上,思维无法一直发散也无需一直发散。发散亦讲究结果,迸发的思想火花会产生思想结晶才有意义。而得到思想结晶本身就是收敛的产物,此时发散向收敛的转化可能导致科学创新,这是由发散到收敛的上升。科学创新思维也有由收敛到发散的上升。收敛思维会高度聚焦,它使精力集中在焦点上,而高度凝集的焦点是最具爆发力的,暴发也是发散,焦点本身就是发散的原点和原动力。收敛向发散的转化需要“拐点”,科学创新思维范畴上升就是要能够巧妙及时地找到和抓住这个“拐点”。库恩主张在发散思维和收敛思维之间保持“必要的张力”,这是很有道理的,但这对于科学创新来说,还是不够的。科学创新思维不仅需要发散和收敛之间保持“必要的张力”,并且还要流动和上升。

### 生成与还原

在科学创新思维中,生成思维在其进程中,适当地穿插、更替还原思维是必要的。生成不是凭空的,它要有基础,因而,对原有的东西还原往往有利于生成得到它创新思维有用的原有“细胞”和“胚芽”。“生”的过程不是将现存的要素组合转变而成,而是整合了有关的全部潜能才得以实现的。<sup>[31]</sup>(P186)这“潜能”之所在,不排除在还原时的发掘。而有意义的还原不是只为了对原有东西的解释和描述,在还原思维的过程中进行整合、调节和转换,其活力再现也是一种生成。因此,在科学创新思维中,生成和还原范畴流动、转化的关键在于找到活力,产生出新活力,或活力再生与活力重组。

### 有序与无序

将纷纭杂陈的现象作有条理的疏导,将思想从千头万绪中理出头绪来,使之有条不紊,从无序到有序,这是科学工作者常走的思维之路。从无序到有序的流动和转化,也是一种逻辑思维的习惯,“习惯成自然”,科学创新思维要遵循这个自然。但是,有序的思维受到碰撞而进入无序,或其自身进行到一定程度时派生(衍生)出无序,或有序思维进行到“山穷水尽”的地步时因无序思维而“柳暗花明又一村”,这种情景,在科学创新思维中也是不能忽视的。这里所说的无序思维和有序思维,指的是在思考时间上有前后之分和在思考空间上有有条理和无条理之分,因为这“前后之分”和“有条理和无条理之分”是思想规定物,它在人进行思维特别是创新思维时是无法事先框定的,因而有序思维和无序思维范畴的流动和转化是辩证思维的应有之义。科学创新思维就是要倡导这种辩证

思维。

### 顺向与逆向

顺向思维即思维在其进行的过程中顺着原来的思路向前推进,逆向思维则是思维在其行进的过程中发生逆转朝着与原来方向相反的路径思考。逆向思维的继续又是新的顺向思维。在科学创新思维中,顺向思维向逆向思维的转化也是必要的。有时候,反其道而行之也是一条途径,方法的倒转也是一种方法。比如,对某种设想在思想上的“证实”和“证伪”,就可以作为其构思在逻辑上的相互补充。

### 循规与越轨

已经认识的规律和关于事物的规定性,在人们进行思维时是会产生影响;它们无形中会构成某种轨迹,使人们在思想上遵循它。但是,由于科学创新思维是要探索出新的东西,因而往往越轨。越轨不是越规,越轨与犯规、失范是不一样的。越轨而导致科学创新是常有的事。从循规向越轨的转向,科学创新思维要特别注意这种情景的发生。这里说到“情景”,它与心情、情绪、感情和情况、状态等诸多因素有关,按照软系统方法的观点来看,情景的改进与问题的解决和创新关系极大。因而,科学创新中循规思维和越轨思维范畴的流动、转化,要看是否对情景的改进有利,要促使其有利于情景的改进。

### 实在与虚拟

实在思维指的是对实在的思维,而虚拟思维则是探索逻辑上可能的。在信息时代,在科学创新中,实在思维和虚拟思维范畴的流动与转化显得尤为重要。虚拟思维为人的科学思维打开了更为广阔的空间,使人的主观能动性得到空前的调动,创新的天地得到广泛的拓展。但虚拟是以实在为基础的,虚拟的实现还是要化为实在的,它们之间是密切联系和相互作用的。实在思维向虚拟思维的流动和转化,科学联想、科学想象起着很大的作用;虚拟思维向实在思维的流动和转化,科学逻辑、科学规范等都会对之产生影响。科学中关于模型和原型、抽象和具体等理论,对于虚拟思维和实在思维的流动和转化具有指导意义。

### 兼容与扬弃

扬弃并不是无,而是“既被克服又被保存”。按照黑格尔的说法,被扬弃的东西即是被保存的东西,只是失去了直接性而已,但它并不因此而化为无,某物只是在与对立面统一时才被扬弃。事物的扬弃过程就是辩证的否定过程。兼容不是大杂烩收集,有目标有目的的兼容才有意义。在信息十分丰富的当今世界,扬弃思维与兼容思维的流动和转化,对于科学创新来说,十分必要。兼容思维向扬弃思维的转化,对于提炼思想结晶,进行科学淘汰和科学汲取,作出科学选择,大有益处。扬弃思维向兼容思维的转化,对于更详尽、更正确地考察过程的初始条件和边界条件,是大有好处的。在联系的环节和发展的环节中,巧妙地交替进行扬弃思维和兼容思维,是一种很高的创新艺术。科学创新从搜集、提炼精华的角度出发,兼蓄并容和扬弃都是必要的。兼容思维有利于广泛地收集材料,获取信息,扬弃思维则有利于提取最需要的材料、信息。兼容为扬弃提供丰富的素材,扬弃为兼容提炼了精华,而扬弃的结果又为进一步的兼容提炼了素材。兼容思维和扬弃思维就像是思维的两翼,使科学创新思维得以起飞、成为可能。没有兼容思维实际上是把某项科学活动和行为孤立化了,没有扬弃思维实际上会淡化目的和影响目的的实现,兼容思维和扬弃思维的流动,给科学创新思维结构注入生命力,是创新主体所必须具备的东西。

### 简单与复杂

科学创新思维中简单和复杂范畴的流动和转化既取决于考察对象客体要素,也取决于主体态度。不要把简单的事想得太复杂,也不要将复杂的事看得太简单,在静态考察时基本上应当是这样的。但简单会变成复杂,复杂也会归为简单,因而简单和复杂范畴的上升在科学创新思维中十分重

要。从复杂上升为简单,往往会得出规律,正如古希腊之名言“规律总是简单的”。从简单上升为复杂,与“从抽象上升到具体”的逻辑方法是一致的,它可建立和发展科学理论,把握具体事物,探索具体真理,做好实际工作。黑格尔在谈到建立哲学科学体系时,把简单的“哲学的每一部分”和复杂的“哲学全体”都看作是“圆圈”。他指出:“每一个单一的圆圈,因它自身也是整体,就要打破它的特殊因素所给它的限制,从而建立一个较大的圆圈。”<sup>[4]</sup>(P56)列宁说,这是“一个非常深刻而确切的比喻!”<sup>[5]</sup>(P271)这个比喻对人们在科学创新活动中实行简单思维和复杂思维范畴的流动、转化,是大有益处的。

### 清晰与模糊

清晰思维讲究逻辑性,具有较强的识别性;模糊思维具有模糊性,识别度低,界限不甚清楚,比如,顿悟、大概联想、简单推测等,初期时都属于模糊思维。科学创新当然要求清晰思维。然而因为要创新,哪怕是高度清晰的思维,也不见得会奏效,其通往成功之路有的是还需要时间,有的是还需要其他条件,但模糊思维也会提供契机。在科学创新实践中,要提倡清晰思维和模糊思维范畴的联系、流动和转化。模糊思维给清晰思维提供补充,清晰思维帮模糊思维抓住网上之绳,有些好结果就是由模糊思维和清晰思维慢慢磨合而成的。

### 线性与非线性

线性思维比较讲究确定性、确切性。线性思维考虑线性组合,它要研究线性相关和线性无关;线性思维考虑线性空间,它要研究满足某些条件的线性映射、线性变换;线性思维考虑线性规划,它要探讨处理目标函数的极值问题的方法,等等。非线性思维则不同,其自由度大,不受禁锢。科学创新思维是从线性向非线性流动、转化,还是从非线性向线性流动、转化,这主要看思维所要达到的目的而进行。思维从线性上升到非线性往往是想从比较“单调”的思维途中能得到某些补充和加强;思维从非线性上升到线性往往是想对比较丰富多彩的思维相度、思维维度进行某种程度的修正和确定。但二者都企望得到突破,突破导致创新。

### 对称与非对称

这里既指认识对象的对称和非对称,也指认识主体的对称思维和非对称思维,二者有着密切的联系。认识存在的对称和从对称的结构中寻找对称的性质,以及从对称的性质中寻找对称的结构,这在科学创新中是不能忽视的。同样地,用非对称思维去把握事物的非对称性,亦十分重要。创新要有变革,要有改造,在科学创新活动中人们可以尝试性地将原是对称的改为非对称的,或将原是非对称的改为对称的,从而产生出新的东西。当然,这种改造不能牵强附会,不可硬来,要以事物的客观存在或存在的可能性为依据。对称思维不能将根本不是对称的东西强硬地对称起来;同样地,非对称思维也不要看不到或一概否定事物的对称性。事实上,对对称性事物实施非对称思维,对非对称性事物实施对称思维,同中寻异和异中求同,有时也会得到有价值的发现。

### 偶然性与必然性、连续性与间断性、渐变性与突变性、平衡性与非平衡性

这几对范畴,指的是因认识对象、研究对象的偶然性与必然性、连续性与间断性、渐变性与突变性、平衡性与非平衡性等特性,而决定了主体在认识它、把握它、改造它时也相应体现出的思维特性(上面我们提到的一些范畴,如对称思维和非对称思维,也同时具有这样的特性)。比如,偶然性和必然性为事物及事物的存在过程 and 变化过程本身所具有,在科学创新活动中,我们将对具有偶然性的事物和过程进行考察和研究时的思维特性称为偶然性思维,将对具有必然性的事物和过程进行考察和研究时的思维特性称为必然性思维。偶然性思维和必然性思维范畴的联系、流动和转化,在科学创新活动中,是经常发生的。因为这样的思维是因对象的特性而形成,因而其范畴的流动和转化,大多要根据对象特性的发展和变化而定。由于是科学创新,特性的创造也可能发生,此时,创新思维就应紧紧把握众范畴链条的联动,有效地巩固战果、发挥战果。比如,寻找由特性的创造带来

功能的变化,根据功能的变化去追查其结构的改善,由剖析结构的改善去了解层次变更,由层次的变更而知道系统的状况。改变特性、创造新特性是创新,而与事物特性的形成和改变相联的思维范畴的流动和转化,这在科学创新理论的研究中,应当加以重视。

在科学实践中,把握科学创新思维范畴的流动和转化,是很高的“运用概念的艺术”。美国《时代》杂志公布的2003年最火爆的发明有:隐身衣、智能烤箱—冰箱、无线电呼吸器、数码电吉他、氦鱼、“碰不得”外套、内显摄像机的移动电话、性爱新药 Cialis、飞人翅膀、机密载体粉碎机、流感疫苗喷射剂、消除疲劳的机器猫、雪地自行车、鱼皮泳装、内显摄像电话和因特网的太阳镜、透明皮艇、发光材料 Luminex、机器人 Qrio、计算机芯片中的人类基因、Beolab5 音箱、两栖轿车、远距离体温测量仪、大小完全合脚的童鞋、能自动行走的机器恐龙、高空特技风筝、机器虾扫雪器、袖珍氢气发电机、环保摩托车等。这些发明无一不是巧妙地实施科学创新思维范畴的流动转化。例如智能烤箱—冰箱,它是将制冷、制热集于一身,体现兼容与扬弃思维范畴流动与转化的效能。又如隐身衣,它在衣服前后装上摄像机,录制下周围环境实况景象后投射在衣料表面上,使得从身前看到的是身后的景象,而从身后看到的则是前面的景象,这是虚拟与实在思维范畴流动与转化的漂亮杰作。再说弦理论,它从一些非常基本和非常简单的单元出发,就能得到宇宙的无穷变化和高度复杂性,弦理论可以使规范对称性、超对称性和引力等原理,自然地出现并协和地统一起来。这种重大的科学创新,也是简单与复杂、兼容与扬弃、对称与非对称、发散与收敛等思维范畴流动转化的结果。

又如,我国著名数学家吴文俊教授最近提出一个新观点:我们不但要振兴中国数学,复兴中国数学,还要创新中国数学。他认为,除了以西方为代表的科学和数学之外,事实上还有与它们完全不同的所谓东方科学与东方数学(主要是古代的中国数学)。东方数学(古代的中国数学)的精髓就是从问题出发的精神,和西方的从公理出发完全不一样;为了从问题出发,解决各式各样的问题,就带动了理论和方法的发展。比如,为了解决形形色色的问题,就要建立和解出形形色色的方程,因此解方程变成中国两千多年历史发展中主要的目标所在。我们现在拥有计算机这样的便捷工具,又拥有切合计算机时代使用的古代数学,因此应当建立起我们新时代的新数学,并在不久的将来,使东方的数学超过西方的数学,不断地出题目给西方做。东方的数学有一定的思考方法,是有计划、有步骤、有思想地进行的。具体地讲,它有一个基本的模式,就是从实际问题出发,形成一个新的概念,产生一些新的方法,再提高到理论上,建立一般的原理(就像牛顿有关的定理),用这样的原理解决形形色色更复杂、更重要、更艰深的实际问题。[6]吴文俊教授的观点表明,要使数学不断提高和发展,科学创新思维范畴的流动、转化,是十分重要的。研究科学创新思维的流动、转化,具有重要的理论价值和现实意义。

#### 参考文献:

- [1] 路甬祥. 科学的历史经验及其本质[J]. 自然辩证法研究,1998,(2).
- [2] 马克思恩格斯选集:第3卷[M]. 北京:人民出版社,1972.
- [3] 金吾伦. 生成哲学[M]. 保定:河北大学出版社,2000.
- [4] 黑格尔. 小逻辑[M]. 北京:商务印书馆,1980.
- [5] 列宁全集:第38卷[M]. 北京:人民出版社,1976.
- [6] 吴文俊. 东方数学的使命[N]. 光明日报,2003-12-12(B1版).

[责任编辑:洪峻峰]

(英文摘要转第122页)

- [9] 朱熹. 朱熹集[M]. 成都:四川教育出版社,1996.
- [10] 陈淳. 北溪大全集:第 1168 册[M]. 文渊阁四库全书影印本.
- [11] 朱熹. 朱子语类[M]. 北京:中华书局,1994.
- [12] 朱熹. 近思录集注[M]. 上海:上海书店,1987.
- [13] 黄干. 勉斋先生黄文肃公文集[M]. 北京:书目文献出版社,1990.
- [14] 陈淳. 北溪先生字义详讲[M]. 东京:中文出版社影印本,1985.
- [15] 薛瑄. 读书录:卷九[M]. 文渊阁四库全书影印本.

[责任编辑:洪峻峰]

## The Pei-hsi tzu-I: Annotation and Construction of the Category System of Neo-Confucianism

ZHANG Jia-cai

**Abstract:** The Pei-hsi tzu-I is the earliest philosophical dictionary in East Asia and an important book by which to interpret the ideas of Neo-Confucianism, especially Zhuzism. In fact, the author constructed in the book an earliest and complete logical structure for the category system of Neo-Confucianism. He regarded annotation method as an important part of the book. The book is significantly meaningful in the history of development of Chinese philosophical category. As further studies of The Pei-hsi tzu-I show, the book has a complete logical system and elegantly arranged structure. Volume 1 is concerned with NEI SHENG ZHI XUE, which includes XIN XING LUN and DAO DE LUN (or GONG FU LUN), and Volume 2 with WAI WANG ZHI XUE, which includes LI BEN LUN, JIAO HUA LUN and heterodoxy criticism. In Addition, The Pei-hsi tzu-I explored the annotation method of category relationships: the definitions and development of "word meaning", i. e. the boundaries and connections among categories, and the vertical, horizontal, and intertwining relations among the categories.

**Key words:** Chen Chun, The Pei-hsi tzu-I, Neo-Confucianism, category system, annotation method

---

(上接第 114 页)

## On the Ascending of Categories of Scientific Creative Thinking

GUO Jin-bin

**Abstract:** Scientific creative thinking (SCT) needs categories and concepts. The study of the contacting, flowing and transforming of categories is an art of putting concepts to use. The flowing and transforming of categories of thinking may bring about scientific inventions, namely, ascending. The main categories of SCT are as follows: divergence vs convergence, bearing vs returning, order vs disorder, direct motion vs inverse motion, obeying vs transgressing, true vs suppositional, sublating vs incorporating, simple vs complex, distinct vs indistinct, linear vs nonlinear, symmetry vs asymmetry, contingency vs necessity, continuity vs discontinuity, gradual change vs sudden change, balance vs unbalance. The flowing and transforming of the above categories are the main object of the study of SCT.

**Key words:** scientific innovation, scientific creative thinking, category