

**Федеральное государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования «Саратовский государственный
аграрный университет имени Н.И.Вавилова»**

РЕФЕРАТ

Методы и методология в современных научных исследованиях

Выполнила
Спиридонова О.С.

Содержание:

Введение

1. Понятие «метод научного исследования»

2 Экспериментальный метод

3 Аксиоматический метод

4 Гипотеко-дедуктивный метод

5 Использование методов дистанционного зондирования для измерения
ключевых характеристик состояния и динамики лесного покрова

Заключение

Список использованных источников

Введение

Законы, которые наука уже имеет в своем распоряжении, используются для объяснения и предсказания. Стремясь объяснить и предсказать как можно больше, наука находится в постоянном поиске новых законов. Начиная с Нового времени Ф.Бэкон и Р.Декарт, а затем и другие стремились построить логику научных открытий, которую они противопоставляли аристотелевской логике, считая ее логикой доказательства. По мнению Ф.Бэкона законы открываются из наблюдения некоторых событий или экспериментов, отыскании регулярности и последующим описанием этой регулярности с помощью индуктивных обобщений. Р.Декарт в качестве главного средства научного открытия выдвигает интеллектуальную интуицию – догадку, внутреннее озарение, просветление мысли, как бы внезапно открывающую суть изучаемого вопроса. Но все попытки Р.Декарта построить логику интуитивного познания не пошли дальше формулировки четырех весьма простых, чрезвычайно абстрактных, а потому мало эффективных правил¹.

Как важнейший компонент биосферы и источник ресурсов леса имеют глобальное экологическое, экономическое и социальное значение. Обеспеченность информацией о состоянии и динамике лесов планеты все еще остается недостаточной и не отвечает современным требованиям устойчивого управления лесными ресурсами, охраны окружающей среды и исследований в области глобальных изменений биосферы и климата. Необходимость осуществления мониторинга лесов на огромных территориях, особенности природно-географических условий и недостаточное развитие инфраструктуры ряда регионов побуждают рассматривать дистанционные, и в особенности спутниковые, наблюдения в качестве приоритетного источника информации о состоянии и динамике лесов, что определяет актуальность развития соответствующих методов обработки получаемых данных.

¹ Декарт Р. Рассуждение о методе. Начала философии. – М.: Вежа, 2008

Современная методология науки в объяснении способов открытия законов является своеобразным синтезом идей этих двух великих мыслителей. Все законы она делит на эмпирические и теоретические. В формулировке эмпирических законов содержатся либо непосредственно наблюдаемые термины, либо термины, измеряемые с помощью простой техники. Сюда относятся не только простые качественные законы (такие, как «все вороны черные»), но также количественные законы, возникающие из простых измерений. Законы, связывающие давление, объем и температуру газа, масса которого постоянна, принадлежат к этому типу. Закон, связывающий разность электрических потенциалов, сопротивление и силу тока, является другим знакомым примером. Ученый делает повторные измерения, находит некоторые регулярности и выражает их в законах.¹

Теоретические законы отличаются от эмпирических тем, что относятся к ненаблюдаемым величинам. Итак, может показаться, что эмпирические законы открываются посредством наблюдения и эксперимента, а о теоретических законах сначала догадываются, после из догадки, сформулированной в виде гипотезы (предположения), выводятся следствия и уже потом эти следствия проверяются посредством наблюдения и эксперимента. Если они подтверждают догадку, то она входит в науку в виде теоретического закона. Если – нет, то строится новая догадка. Однако открытие любого эмпирического закона не представляет собой нанизываний наблюдений или экспериментов в направлении, выбранном наугад. В эмпирических исследованиях всегда присутствует определенная или интуитивная планомерность действий. На каком-то этапе исследования наблюдения и эксперименты ничего нового не дают, и приходится, опираясь на их результаты, формулировать эмпирический закон в виде догадки. Из этой догадки делаются следствия, а последующие наблюдения и

¹ Кочергин А.Н. Методы и формы познания. – М.: Наука, 2010.

эксперименты преследуют цель подтверждения или опровержения этой догадки.

Наконец, следует запомнить, что было бы большим упрощением представлять дело так, будто при открытии законов все время строятся догадки, а наблюдению и эксперименту отводится подчиненная роль. Часто эксперименты ставятся независимо от теоретических исканий. Экспериментаторы любят экспериментировать до того, как кто-нибудь что-нибудь придумает, и очень часто работают в таких областях, в которых теоретики заведомо не делали никаких догадок. Эксперименты часто приводят к неожиданным результатам, что побуждает теоретиков выдвигать новые догадки. В качестве одного из примеров неожиданного экспериментального результата можно указать на открытие π -мезона и нейтрино, о существовании которых никто не предполагал, пока они не были открыты, и даже теперь никто не знает, как можно было бы догадаться о существовании этих частиц.

1. Понятие «метод научного исследования»

Метод научного исследования – это способ познания объективной действительности. Способ представляет собой определенную последовательность действий, приемов, операций. В зависимости от содержания изучаемых объектов различают методы естествознания и методы социально-гуманитарного исследования. Методы исследования классифицируют по отраслям науки: математические, биологические, медицинские, социально-экономические, правовые и т.д. В зависимости от уровня познания выделяют методы эмпирического, теоретического и метатеоретического уровней.¹

К методам эмпирического уровня относят наблюдение, описание, сравнение, счет, измерение, анкетный опрос, собеседование, тестирование, эксперимент, моделирование и т.д.

Наблюдение – это способ познания, основанный на непосредственном восприятии свойств предметов и явлений при помощи органов чувств. В результате наблюдения исследователь получает знания о внешних свойствах и отношениях предметов и явлений.² В зависимости от положения исследователя по отношению к объекту изучения различают простое и включенное наблюдение. Первое состоит в наблюдении со стороны, когда исследователь – постороннее по отношению к объекту лицо, не являющееся участником деятельности наблюдаемых. Второе характеризуется тем, что исследователь открыто или инкогнито включается в группу, её деятельность в качестве участника. Если наблюдение проводилось в естественной обстановке, то его называют полевым, а если условия окружающей среды, ситуация были специально созданы исследователем, то оно будет считаться лабораторным. Результаты наблюдения могут фиксироваться в

¹ Краевский В.В., Полонский В.М. Методология для педагога: теория и практика. – Волгоград: Перемена, 2011.

² Методология: вчера, сегодня, завтра. В 3-х тт. ред.-сост. Крылов Г.Г., Хромченко М.С. – М.: Изд-во Школы Культурной Политики, 2015.

протоколах, дневниках, карточках, на киноплёнках и другими способами.

Описание – это фиксация признаков исследуемого объекта, которые устанавливаются, например, путем наблюдения или измерения. Описание бывает: 1) непосредственным, когда исследователь непосредственно воспринимает и указывает признаки объекта; 2) опосредованным, когда исследователь отмечает признаки объекта, которые воспринимались другими лицами (например, характеристики НЛО). ¹

Счет – это определение количественных соотношений объектов исследования или параметров, характеризующих их свойства. ²

Измерение – это определение численного значения некоторой величины путем сравнения её с эталоном. В криминалистике измерение применяется для определения: расстояния между предметами; скорости движения транспортных средств, человека или иных объектов; длительности тех или иных явлений и процессов; температуры, размера, веса и т.п. ³

Сравнение – это сопоставление признаков, присущих двум или нескольким объектам, установление различия между ними или нахождение в них общего. ⁴

К методам теоретического уровня причисляют аксиоматический, гипотетический (гипотетико-дедуктивный), формализацию, абстрагирование, общелогические методы (анализ, синтез, индукцию, дедукцию, аналогию) и др.

¹ Методология: вчера, сегодня, завтра. В 3-х тт. ред.-сост. Крылов Г.Г., Хромченко М.С. – М.: Изд-во Школы Культурной Политики, 2015.

² Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология. М.: Синтег, 1997

³ Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология. М.: Синтег, 1997

⁴ Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология. М.: Синтег, 1997

2 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ МЕТОД

Эмпирическое познание, в конечном счете, основывается на наблюдениях. Но эти наблюдения могут быть получены двумя существенно отличными способами. В не экспериментальной ситуации мы играем пассивную роль. Мы изучаем предметы и явления внешнего мира или явления нашей душевной деятельности в том виде, в каком они существуют и происходят, не имея возможности или даже не пытаясь изменить ход явлений. От простого восприятия действительности наблюдение отличается целенаправленным поиском регулярностей, на основе которых могут быть составлены обобщающие выводы и сформулированы законы.¹

С развитием науки и техники в процесс наблюдения включается все большее количество искусственных приборов. Но от этого суть наблюдения не меняется. Исследователь играет в процессе наблюдения пассивную роль. Он ждет, когда природа обеспечит ситуацию для наблюдения. Астроном наблюдает звезды, не имея возможности вмешаться в ход космических явлений. Метеоролог наблюдает изменения погоды, но пока не имеет возможности управлять явлениями, из которых складывается погода. Зоолог наблюдает жизнь какого-то вида животных в естественных условиях, сознательно исключая свое возможное вторжение в эту жизнь.

В экспериментальной ситуации роль исследователя меняется коренным образом. Вместо того, чтобы быть пассивным зрителем, он что-то делает для получения лучших результатов, чем тех, которые он мог бы получать путем простого наблюдения. Вместо того чтобы ждать, когда природа обеспечит ему ситуацию для наблюдения, он стремится создать такую ситуацию.

Трудно описать общую природу эксперимента, поскольку существует так много его разновидностей, что можно указать только немногие их общие черты.

Прежде всего экспериментатор стремится воссоздать изучаемое явление из его условий столько раз, сколько понадобится для обобщающих

¹ Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология. М.: Синтез, 1997

выводов. Затем некоторые факты, не слишком многие, должны быть оставлены в стороне как несущественные. Например, в экспериментах в области механики, где встречаются колеса, рычаги и тому подобное, экспериментатор может не рассматривать трение. Он конечно знает, что трение существует, но полагает, что его влияние слишком мало, чтобы оправдать усложненный эксперимент, который учитывал бы трение. Подобным же образом не учитывается сопротивление воздуха в экспериментах с медленно движущимися телами. Напротив, когда он имеет дело с большими скоростями, скажем с движением самолета, эксперименты с его макетом ставятся в аэродинамической трубе. Короче говоря, ученый не принимает во внимание только те факторы, влияние которых, как он полагает, будет незначительным. Иногда, чтобы избежать слишком сложного эксперимента, он даже может игнорировать факторы, которые, как он полагает, могут иметь эффект.¹

После того как будут установлены существенные факторы, строится эксперимент, в котором некоторые из этих факторов сохраняются постоянными, а другим позволяют изменяться или побуждают делать это. Конечная цель эксперимента состоит в том, чтобы найти законы, связующие все относящиеся к нему величины. Если имеется K величин, то самый простой шаг состоит в том, чтобы поставить эксперимент таким образом, чтобы $K-2$ величины держать постоянными. Тогда возникают две величины M_1 и M_2 , которые можно изменять. Экспериментатор изменяет одну величину и наблюдает, как ведет себя другая величина. Эту процедуру экспериментатор повторяет до тех пор, пока не удастся выяснить, что имеется определенная зависимость между совместными изменениями этих величин. Эта зависимость, выраженная или словесным описанием, или в виде функции, графика, уравнения и будет составлять некий ограниченный закон. Затем экспериментатор, сохраняя другие множества из $K-2$ факторов, стремится найти, как функционально связаны другие пары величин. После

¹ Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология. М.: Синтез, 1997

тем же способом производят эксперимент с тройками величин. Держа постоянными все величины кроме трех, и ищут законы связывающие эти тройки величин. Далее наступает очередь экспериментов с четырьмя величинами и т.д. Конечная цель эксперимента – найти наиболее общий, иногда весьма сложный закон, охватывающий все относящиеся к исследованию факторы. Все обобщения результатов наблюдения эксперимента покоятся на априорной уверенности в постоянстве законов природы.

В качестве простого примера рассмотрим, как были открыты газовые законы. Простые наблюдения показали, что температура, давления и объем газа, масса которого постоянна, меняются одновременно. Р. Бойль и Э. Мариот, фиксируя температуру и наблюдая в экспериментах совместное изменение давления и объема газа, установили закон, носящий их имя и гласящий, что $pv = \text{const}$. В опытах с газами, проделанными Гей-Люссаком, фиксировалось давление и наблюдалось совместное изменение объема и температуры газа, что дало возможность установить закон $V_t = V_0(1 + \alpha t)$. В опытах Шарля сохранялся постоянным объем газа и изучалось изменение давления газа в зависимости от температуры. В итоге был установлен закон $P_t = P_0(1 + \alpha t)$. Наконец, множество экспериментов с газом различного состава, заключенными в сосуды самой различной формы показали, что состав газа и конфигурация в сосудах, в которой он заключен, являются существенными факторами, а совместное изменение температуры, давления и объемов газа подчиняется закону Менделеева-Клайперона ¹

¹ Краевский В.В. Методология научного исследования: Пособие для студентов и аспирантов гуманитарных ун-тов. – СПб.: СПб. ГУП, 2010.

3 АКСИОМАТИЧЕСКИЙ МЕТОД

Аксиоматический метод дает возможность делать заключения и открывать законы без опоры на наблюдения и эксперименты, а посредством логического вывода.

Пожалуй, одним из первых успешных применений аксиоматического метода стала геометрия древнегреческого математика Евклида (она появилась где-то в 330-320 гг. до н.э.). Евклидову аксиоматическую систему в общих словах можно охарактеризовать следующим образом. Изучение окружающего нас пространства дало возможность описать некоторые свойства объектов, которые получили название точка, прямая, плоскость, треугольник, круг и т.д. Несколько утверждений об этих объектах Евклид выбрал в качестве аксиом или постулатов. Их истинность, по его мнению, не нуждалось в доказательстве из-за их очевидности и легкого понимания. К числу аксиом он отнес суждения: «Через две точки можно провести только одну прямую», «Через прямую и точку вне ее может проходить лишь одна плоскость» и др. Из этих аксиом чисто логическим путем Евклиду удалось вывести все нужные геометрические утверждения и законы, которые обычно называются теоремами.

Справедливости ради нужно сказать, что доказательства Евклида (как и доказательства школьной геометрии, которую все мы изучили) сопровождаются многочисленными чертежами. И понадобилось немало времени, чтобы прийти к очевидной мысли, что чертежи не должны быть существенной частью самого процесса доказательства. Они должны либо облегчать процесс доказательства, либо помогать следить за ходом доказательства, либо, наконец, способствовать запоминанию доказательства. Этот недостаток геометрии Евклида исправил Д. Гильберт в своей книге «Основания геометрии» (1999).¹

¹ Краевский В.В. Методология научного исследования: Пособие для студентов и аспирантов гуманитарных ун-тов. – СПб.: СПб. ГУП, 2010.

То обстоятельство, что аксиоматически построенная геометрия давала чрезвычайно, простой, удобный и экономный способ установления истинности геометрических рассуждений, производило сильное впечатление. Аксиоматический метод стали пытаться применять не только в математических теориях, но даже в философии (Спиноза). Представители очень многих наук надеялись, что в конце концов многие теории с помощью аксиоматики можно довести до такого же изящества и совершенства как евклидовую геометрию. Аксиоматический метод подвергся тщательному изучению. Первые наиболее важные результаты были получены опять таки в геометрии.¹

Пятый постулат Евклида (его можно сформулировать так: две параллельные прямые не пересекаются, сколько бы мы их не продолжали) казался математикам менее очевидным, чем остальные. Было предпринято множество попыток доказать этот постулат, посредством вывода его из остальных постулатов евклидовой системы. Но все эти попытки потерпели неудачу. В 1923 году Н.Н. Лобачевский и в 1933 г. Бойаи построили геометрию, в которой в качестве постулата фигурировало отрицание пятого постулата Евклида, т.е. в качестве аксиомы было взято суждение о том, что через точку вне прямой можно провести бесконечно много прямых, параллельных данной прямой. Первоначально многие математики встретили неевклидовую геометрию в штыки из-за ее явного противоречия воспринимаемому физическому пространству. Однако, в 1950 г. Фр. Клейн нашел очень удачную интерпретацию (разъяснение) этой геометрии. Если под «плоскостью» понимать внутренность какого-то круга евклидовой плоскости, под «точкой» - точку этого круга, а под «прямой» - хорду его окружности, то внутри круга будут выполняться все аксиомы и теоремы

¹ Краевский В.В. Методология научного исследования: Пособие для студентов и аспирантов гуманитарных ун-тов. – СПб.: СПб. ГУП, 2010.

геометрии Лобачевского-Бойаи.¹ Из этих открытий были сделаны важные заключения о любой аксиоматической системе: аксиомы этой системы должны удовлетворять требованиям независимости, полноты, непротиворечивости и она не должна быть вырожденной.

Требование независимости означает, что не одна из аксиом не должна выводиться в качестве теоремы из остальных. Полнота аксиоматики какой-то теории означает, что из аксиом по правилам логики должны выводиться все утверждения этой теории. Система аксиом должна быть непротиворечивой. Из них не должно выводиться какое-то утверждение вместе со своим отрицанием. Если это случается, то по закону исключенного третьего одно из суждений обязательно ложно. Какое, установить нельзя, потому что и то и другое будет выводиться по законам логики. Наконец, система аксиом будет невырожденной, если удастся найти какие-то объекты (физические или теоретические), которые описывает теория, выведенная из этих аксиом.

Но еще больше вопросов, связанных с аксиоматическим методом, возникло с открытием в XX1 веке парадоксов теории множеств. Они представляли собой рассуждения совершенно справедливые с интуитивной (содержательной) точки зрения, но тем не менее приводящие к противоречиям. Некоторые из них, например, парадокс «Лжец» были известны с древности. Напомним, что суть этого парадокса в следующем: некто говорит: «Я лгу». Если при этом он лжет, то сказанное им ложь, и, следовательно, он не лжет. Если же при этом он не лжет, то сказанное им истина, и, следовательно, он лжет. Так что в любом случае он лжет и не лжет одновременно. Однако связь парадокса «Лжец» с теорией множеств не была осознанной. Это случилось тогда, когда из аксиоматической теорией множеств, предложенной Г.Кантором и др. стали выводиться аналогичные парадоксы. Самый простой из них – парадокс Берри (2006). Суть его такова: множество всех натуральных чисел, которые могут быть

1. ¹ Краевский В.В. Методология научного исследования: Пособие для студентов и аспирантов гуманитарных ун-тов. – СПб.: СПб. ГУП, 2010.

названы по-русски посредством числа слогов (или букв), меньше некоторого конечного натурального числа, безусловно, конечно, следовательно, должно существовать наименьшее из чисел, которые не могут быть так названы. Но «наименьшее целое число, которое не может быть названо по-русски меньше, чем в пятьдесят слогов» (подсчитайте число слогов) есть выражение русского языка, содержащие менее пятидесяти слогов. Известны различные модификации этого парадокса. Оказалось так же, что проблемы непротиворечивости систем аксиом теории множеств и других теорий чрезвычайно трудны. При попытках их решения математики и логики раскололись на враждующие между собой группировки. По мнению Гильберта и его формалистской школы, чтобы избавить математику от парадоксов нужно сформулировать ее в виде аксиоматической теории, после чего следует доказать непротиворечивость этой теории. По мнению интуиционистов, возглавляемых Бауэром, чтобы избавить математику от парадоксов, надо отказаться от признания универсального характера некоторых законов логики, в частности закона исключенного третьего.¹

Итак, суть аксиоматического метода в следующем. В теорию вводятся без определения некие объекты, природа которых не определена. Затем посредством аксиом задают определенные отношения между объектами. Построить аксиоматическую теорию – это значит вывести логические следствия из аксиом, отказавшись от каких-либо других предложений относительно природы рассматриваемых объектов. Для построенной таким образом теории стремятся доказать полноту, непротиворечивость, независимость и невырожденность системы её аксиом.²

¹ Большая Советская Энциклопедия. 3-е издание. – М.: Советская Энциклопедия, 2013.

² Краевский В.В. Методология научного исследования: Пособие для студентов и аспирантов гуманитарных ун-тов. – СПб.: СПб. ГУП, 2010.

4 ГИПОТЕКО-ДЕДУКТИВНЫЙ МЕТОД

Гипотетико-дедуктивный метод является своеобразным синтезом аксиоматического и экспериментального методов. При построении теории этим методом сначала несколько гипотез или догадок объединяются в систему аксиом. Затем из этой содержательной аксиоматики логическими средствами извлекаются следствия. И после всего этого ищут подтверждения этих следствий посредством наблюдений или экспериментов.

Итак, отличие гипотетико-дедуктивного метода от аксиоматического метода заключается в исследовательской ситуации. При аксиоматическом методе вывод положений из аксиом является свидетельством истинности этих положений. Что же касается гипотетико-дедуктивного метода истинность положений, выведенных из допущений, является свидетельством истинности этих допущений.

Гипотетико-дедуктивный метод применяется большей частью в тех науках, которые широко используют математические методы и, прежде всего в теоретической механике, физике, астрономии и др. В науках, не достигших теоретической зрелости, таких как ботаника, медицина и др., преобладают описательные методы. В этих науках приходится довольствоваться простыми индуктивными обобщениями.¹

¹ Большая Советская Энциклопедия. 3-е издание. – М.: Советская Энциклопедия, 2013.

5 Использование методов дистанционного зондирования для измерения ключевых характеристик состояния и динамики лесного покрова

Использование методов дистанционного зондирования обеспечивает практически недостижимое другими существующими средствами повышение уровня достоверности, оперативности и регулярности измерения ключевых характеристик состояния и динамики лесного покрова. Основу разрабатываемых методов обработки данных дистанционного зондирования составляют теоретически и экспериментально устанавливаемые взаимосвязи между измеряемыми спутниковыми приборами спектрально-энергетическими параметрами отраженного или собственного излучения наблюдаемой поверхности и структурными, физиологическими, биофизическими и другими характеристиками лесов.

Отвечающая современным требованиям структура системы дистанционного мониторинга лесов и обоснован состав измеряемых характеристик лесной растительности.¹

Основные положения. 1. Методы предварительной обработки временных серий спутниковых данных для компенсации влияния облаков, сезонного присутствия снежного покрова, различий в условиях наблюдения поверхности и аппаратных помех; 2. Система признаков для классификации лесов и других типов наземных экосистем, получаемая по временным сериям данных спутниковых наблюдений на основе спектральных, спектрально-временных и спектрально-угловых отражательных характеристик подстилающей поверхности; 3. Метод картографирования лесных и других типов наземных экосистем по спутниковым данным на основе комплексного использования измеренных характеристик отраженного излучения и вспомогательных данных о

¹ Большая Советская Энциклопедия. 3-е издание. – М.: Советская Энциклопедия, 2013.

подстилающей поверхности, а также созданная с использованием разработанного метода карта наземных экосистем Северной Евразии; 4. Автоматический метод выявления повреждений лесной и другой растительности пожарами по временным сериям спутниковых данных и созданная на его основе многолетняя циркумполярная база данных о пирогенных повреждениях в различных типах наземных экосистем; 5. Методы оценки породной структуры лесов и степени повреждения насаждений насекомыми по многоспектральным спутниковым изображениям на основе использования моделей спектрального смешения; 6. Методы выявления по разновременным многоспектральным спутниковым изображениям изменений в лесах под воздействием различных деструктивных факторов; 7. Информационная система спутникового мониторинга лесов, обеспечивающая систематизированное хранение и обновление банка данных о состоянии и динамике лесного покрова, а также доступ пользователей к результатам мониторинга для решения задач управления природными ресурсами, охраны окружающей среды и проведения исследований динамики биосферы и климата.¹

Леса, как важнейший компонент наземных экосистем, взаимодействуют с климатической, гидрологической и социально-экономической системами Земли, а механизмы взаимодействия между ними основаны на процессах энергомассообмена. Наряду с экономическим значением лесов мировым сообществом достигается все большее понимание их экологической роли как регулятора фундаментальных процессов, отвечающих за обмен энергией и веществом. Лесные экосистемы являются поглотителем углерода, накапливающимся в связанном виде в древесном пологе насаждений, лесной подстилке, почвах и торфяных болотах. Составляющие углеродного цикла в лесах, а именно поглощение,

¹ Методология: вчера, сегодня, завтра. В 3-х тт. ред.-сост. Крылов Г.Г., Хромченко М.С. – М.: Изд-во Школы Культурной Политики, 2015.

депонирование и эмиссия углерода, зависят от многих условий и определяются интенсивностью фотосинтеза, как функции породно-возрастной структуры насаждений, почвенных и климатических характеристик, а также процессами разложения биомассы и деструктивными воздействиями на лесные экосистемы. Среди деструктивных факторов воздействия на леса ведущая роль принадлежит пожарам, вырубкам, а также повреждениям лесов болезнями, насекомыми и промышленными загрязнениями. Согласно далеко неполным данным официальной статистики на охраняемой территории лесного фонда России ежегодно регистрируется от 12 до 36 тысяч пожаров, охватывающих территорию от 0,5 до 5,2 млн. га. Последствия массовых размножений насекомых в бореальных лесах сопоставимы с ущербом от пожаров, а на территории России средние ежегодные площади очагов распространения вредных насекомых составляют около 2,2 млн. га. Существенное влияние на леса оказывает хозяйственная деятельность человека, и в первую очередь рубка. В период наиболее интенсивной вырубки лесов в 60-80-х гг. прошлого столетия в России ежегодно вырубалось около двух миллионов гектар леса. Вместе с тем сбор информации о деструктивных явлениях в лесах и оценка масштабов их воздействия проводится не на всей территории, а по регулярности и достоверности не отвечает современным требованиям. В России регулярные авиационные и наземные наблюдения за пожарами проводятся на территории, составляющей около 75% площади лесного фонда.

¹Недостаточно широкое использование инструментальных методов оценки поврежденных огнем насаждений, масштабов лесопользования, а также лесов, погибших в результате болезней, 9 воздействия насекомых и промышленных загрязнений приводит к значительным погрешностям в данных статистической отчетности. Существенные неточности характерны

¹ Методология: вчера, сегодня, завтра. В 3-х тт. ред.-сост. Крылов Г.Г., Хромченко М.С. – М.: Изд-во Школы Культурной Политики, 2015.

также для данных о динамике лесовосстановления на гарях и вырубках. Огромные размеры лесов в сочетании с ограниченной доступностью ряда регионов, а также отсутствие отвечающей современным требованиям системы сбора информации о лесах диктуют необходимость широкого использования для мониторинга лесов данных спутниковых наблюдений. Методы использования спутниковых данных для мониторинга лесов получили развитие в начале 70-х годов XX века. В СССР, а затем в России, исследования в области использования данных спутниковых наблюдений в интересах лесного хозяйства и лесоведения позволили обосновать перечень задач и структуру системы мониторинга лесов, а также разработать ряд методов и технологий. В настоящее время в России методы дистанционного зондирования становятся неотъемлемой частью инвентаризации лесов, охраны лесов от пожаров и вредных насекомых, оценки лесопользования. В последние годы наметилась потребность в расширении направлений исследований в области спутникового мониторинга лесов. В частности, тенденции усиления экологической компоненты мониторинга лесов обуславливаются проблемами глобального изменения климата и снижения биоразнообразия, развитием взглядов на лес как на регулятор процессов обмена веществом и энергией на планете. Развитие техники и методов дистанционного зондирования создало практические предпосылки для мониторинга лесов на глобальном уровне и получения оценок, необходимых для исследований в области изменений климата и биосферы. Принимая во внимание современные приоритеты и опираясь на имеющийся в мире опыт использования данных дистанционного зондирования, предложена функциональная структура системы спутникового мониторинга лесов.¹ Подсистема сбора спутниковых данных предполагает получение и первичную обработку необходимых для мониторинга лесов данных

¹ Методология: вчера, сегодня, завтра. В 3-х тт. ред.-сост. Крылов Г.Г., Хромченко М.С. – М.: Изд-во Школы Культурной Политики, 2015.

широкого спектра приборов, различающихся уровнем пространственного разрешения, спектральными каналами, частотой наблюдения и другими параметрами.

Картографирование лесных экосистем предусматривает получение информации о пространственном распределении категорий земель, породно-возрастной структуре и других характеристиках лесов. Целесообразно выделять глобальный, континентальный, региональный и локальный уровни картографирования, различающиеся пространственным разрешением и детальностью легенд получаемых карт. Требования климатических моделей к пространственному разрешению данных об экосистемах, как правило, определяются диапазоном от единиц до десятков 2 ФАР – фотосинтетически активная радиация или используемая при фотосинтезе часть солнечной радиации с длинами волн 0,38 - 0,71 мкм 12 километров. Региональные и локальные исследования биогеохимических циклов требуют данных о структуре экосистем уровня детальности, измеряемого сотнями или даже десятками метров. Согласованность легенд карт различных уровней может быть обеспечена использованием разработанной ФАО системы классификации наземного покрова LCCS, учитывающей, в частности, следующие признаки растительности: – жизненные формы (древесная, кустарниковая, травяная, мохово-лишайниковая); – типы вегетативных органов (хвойные, лиственные); – типы фенологической динамики (вечнозеленые, листопадные).¹

Современные возможности спутниковых наблюдений в оптическом диапазоне в значительной мере удовлетворяют указанным требованиям к классификации растительности на основе спектральных, спектрально-временных и спектрально-угловых признаков. Оценка динамики лесных экосистем должна обеспечивать выявление следующих типов изменений: 13

¹ Методология: вчера, сегодня, завтра. В 3-х тт. ред.-сост. Крылов Г.Г., Хромченко М.С. – М.: Изд-во Школы Культурной Политики, 2015.

– крупномасштабные изменения лесного покрова в результате деструктивных факторов воздействия (пожары, вырубки, ветровалы и др.); – долгосрочные тренды состояния лесов, отражающие их восстановительную и сукцессионную динамику, реакции на продолжительное антропогенное воздействие и изменения климата, проявляющиеся, в частности, в изменении породной структуры и продукционных характеристик насаждений, смещении границ биомов; – фенологические изменения лесных экосистем, определяемые сезонной ритмикой развития растительности, наличием снежного покрова, частотой возникновения и масштабами воздействия пожаров. Возмущающие воздействия на леса, вызываемые различными факторами биотического, абиотического и антропогенного характера, в значительной мере определяют характеристики потоков углерода, энергии и воды между экосистемами и атмосферой. Оценка возмущающих воздействий является приоритетной составляющей спутникового мониторинга лесов, основанной на выявлении участков изменений и получении характеристик интенсивности воздействия с использованием временных серий данных наблюдений. Изменения климата могут вызывать трендовую динамику характеристик насаждений, а также модифицировать режимы действия климатозависимых факторов воздействия на леса. Оценка многолетних трендов состояния лесов по спутниковым данным требует выявления и интерпретации следующих типов их динамики: – изменения характеристик фенологических ритмов; – изменения биофизических характеристик; – изменения режимов действия пожаров и биотических факторов воздействия; – изменения видового состава; – смещения границ биомов и переходных зон между биомами. Одним из направлений спутникового мониторинга лесов является оценка их фенологических ритмов, характеристики которых могут служить в качестве индикаторов влияния климатических изменений. К числу такого рода характеристик относятся продолжительность залегания снежного покрова, даты начала и окончания вегетационного периода, сроки наступления отдельных фаз развития растительности. 14 Решение указанных

выше задач требует использования временных серий спутниковых данных. При этом рассмотрение совокупной динамики лесов в виде суперпозиции быстрых изменений, сезонной ритмики и трендовой динамики состояния позволяет формализовать постановку задачи мониторинга лесов и осуществлять разработку методов анализа спутниковых данных на основе такого рода формализации. Оценка биофизических характеристик лесов (биомасса, FPAR, NPP, NEP, LAI) ориентирована на получение данных, необходимых в качестве входных параметров в моделях процессов энергомассообмена в системе лес-атмосфера и углеродного цикла. Ряд доступных для дистанционного измерения физических характеристик, таких как альбедо, температура и влагосодержание поверхности используются в качестве переменных в моделях динамики растительности, необходимых для оценок объемов чистой первичной продукции, интенсивности стока углерода и его накопления в биомассе. Подсистема моделирования включает в себя, в частности, модели продукционных процессов в лесах и их сукцессионной динамики, модели биогеохимических циклов, а также модели взаимодействия лесных экосистем и климата. Интеграция получаемых по результатам спутниковых наблюдений данных в модели позволяет уточнить оценки потоков углерода в лесах, улучшить понимание взаимосвязей изменений экосистем с социальными процессами и климатом. Информационная подсистема включает в себя банк данных, ГИС вместе с модулями пространственного анализа, и предусматривает возможности удаленного доступа пользователей на основе Интернет-технологий. Анализ современного состояния спутниковых методов дистанционного зондирования Земли свидетельствует о наличии реальных предпосылок для создания системы мониторинга лесов в интересах решения задач оценки лесных ресурсов, охраны и защиты леса, информационного обеспечения исследований глобальных изменений климата и биосферы. Методы получения и обработки временных серий спутниковых данных дают возможность регулярного картографирования лесов и оценки в них

изменений в результате пожаров, вырубок и других факторов, выявления трендовой динамики состояния насаждений под влиянием антропогенной нагрузки, оценки реакций экосистем на изменения климата.¹

Характеристики оптической анизотропности поверхности могут быть использованы для классификации лесов на основе различных подходов. Разработанный на основе модели MRPV индекс SAI основан на восстановлении линейных уравнений связи между значениями нормализованных коэффициентов спектральной яркости в парах спектральных каналов, коэффициенты которых с учетом идентичности геометрических условий съемки могут характеризовать уровень анизотропности отраженного излучения наблюдаемой поверхности. Оценка индекса SAI проводилась с использованием скользящего вдоль временной серии данных окна и оценки линейной корреляции для проверки правильности предположения о неизменности отражательных свойств поверхности и атмосферных условий для данной группы последовательных наблюдений. Индекс был использован для более точного отделения лиственных лесов от лугов, а также темнохвойных лесов от грядово-мочажинных болот. Легенда карты наземных экосистем Северной Евразии включает в себя 27 классов, образующих семь различных групп, таких как леса, кустарники, травянистая растительность, водно-болотные комплексы, тундра, растительные комплексы и непокрытые растительностью земли. При этом для территории России выделяются следующие семь классов покрытых лесом земель: темнохвойные вечнозеленые леса, светлохвойные вечнозеленые леса, светлохвойные листопадные леса, лиственные леса, смешанные леса, смешанные леса с преобладанием лиственных и смешанные леса с преобладанием хвойных пород. В основу классификации изображений положено использование метода последовательной семантической декомпозиции. На первом этапе выполняется кластерный анализ (алгоритм

¹ Методология: вчера, сегодня, завтра. В 3-х тт. ред.-сост. Крылов Г.Г., Хромченко М.С. – М.: Изд-во Школы Культурной Политики, 2015.

ISODATA) трех сезонных композитных изображений с получением большого числа (150-200) спектрально-временных кластеров. Первичная тематическая интерпретация кластеров позволяет присвоить им однозначное или комплексное наименование (в зависимости от уровня интерпретируемости) и сформировать начальный набор семантических кластеров. При этом имеющие 20 комплексные наименования кластеры являются объектом дальнейшей декомпозиции с использованием доступных признаков и алгоритмов классификации (пороговые процедуры, управляемая классификация или кластерный анализ). Целью декомпозиции является получение набора однозначно интерпретируемых в рамках выбранной легенды простых семантических кластеров. После достижения данного условия одинаково именованные кластеры объединяются в тематические классы. Тематическая интерпретация является одним из ключевых элементов процедуры классификации экосистем по спутниковым данным. При этом необходимо синергетическое использование знаний о физических особенностях спектрального отражения и информации эколого-географического характера. Большое значение при интерпретации спектрально-временных кластеров имеет анализ расположения и сезонной динамики их спектральных сигнатур в пространстве яркостей $red\ R$ и $nir\ R$ по отношению к линии почв и направлению максимального индекса листовой поверхности. Созданная с использованием разработанного метода карта наземных экосистем Северной Евразии прошла трехэтапную оценку достоверности, включая: – независимую экспертную проверку, выполненную последовательно в ячейках регулярной сети ($2^\circ \times 2^\circ$), покрывающей всю территорию России; – сравнение с материалами учета лесов на уровне субъектов РФ; – сравнение с данными визуальной интерпретации репрезентативной выборки изображений Landsat-ETM+ в рамках независимой валидации глобальной карты наземных экосистем GLC 2000. По результатам экспертного анализа, выполненного с привлечением материалов лесоустройства для 1523 лесхозов, интегральная точность классификации

наземных экосистем составила 90,3%. При этом средняя точность классификации типов леса характеризуется величиной 85,6%. Сравнение покрытой лесом площади по данным карты с материалами государственного учета лесов (по состоянию 1998 год) позволяет сделать вывод о высоком уровне согласованности оценок из двух независимых источников (рис. 3). Независимая валидация результатов картографирования с использованием 51 сцены Landsat-ETM+ на территории Северной Евразии показала, что средняя точность классификации типов леса составляет 91,9%. $21 y = 1,09x - 0,36$ $R^2 = 0,95$

Данные государственного учета лесов (%)	Результаты картографирования лесов по спутниковым данным (%) ¹
0	0
20	20
40	40
60	60
80	80
100	100

В основе подходов, применяемых при определении объемов пирогенных эмиссий углерода в атмосферу и оценке ущерба от пожаров, наряду с рядом других параметров, лежит использование данных о площадях повреждений. Выявление повреждений экосистем пожарами по спутниковым данным может основываться на использовании различных подходов, а именно на детектировании поврежденных участков по изменениям их отражательных свойств, на детектировании очагов горения по аномально высокой температуре или на комбинации указанных возможностей. Принятый подход основан на комбинированном использовании временных серий данных о спектрально-отражательных и температурных свойствах поверхности, получаемых приборами SPOT-Vegetation и Terra/Aqua-MODIS, имеющих пространственное разрешение около 1 км при наблюдениях близких к надиру. Воздействие огня приводит к гибели или изменению физиологических характеристик растительности, что, в частности, выражается в снижении влагосодержания и концентрации хлорофилла в зеленых фракциях. Спектральное отражение поврежденных участков при этом наиболее сильно изменяется в ближнем 22 и среднем ИК диапазонах. На учете этих особенностей основано использование для выявления

¹ Методология: вчера, сегодня, завтра. В 3-х тт. ред.-сост. Крылов Г.Г., Хромченко М.С. – М.: Изд-во Школы Культурной Политики, 2015.

поврежденных огнем участков коротковолнового вегетационного индекса SWVI, вычисляемого по данным SPOT-Vegetation согласно выражения:
$$\frac{R_{nir} - R_{swir}}{R_{nir} + R_{swir}} = SWVI$$
 (3) где R_{nir} и R_{swir} – значения спектрального коэффициента яркости подстилающей поверхности в ближнем (0,78-0,89 мкм) и среднем (1,58-1,75 мкм) ИК каналах. Возможности детектирования участков повреждений зависят от фенологического состояния растительности, определяющего ее спектрально-отражательные свойства, и не одинаковы в различных типах экосистем в различные сезоны года. Проведенные исследования позволили оценить и использовать эти различия для детектирования повреждений на основе сравнения значений SWVI в соответствующие декады текущего и предыдущего годов и разработанного набора критериев распознавания. Необходимо также учитывать, что наряду с пожарами к сходным изменениям отражательных свойств может приводить воздействие и других факторов, сопровождаемых угнетением или гибелью растительности. Вследствие этого для выявления пройденных пожарами участков целесообразно привлечение дополнительной информации, в качестве которой могут выступать данные об очагах горения, детектируемых по аномально высокой температуре с использованием данных Terra/Aqua-MODIS. Разработанный метод выявления повреждений пожарами по спутниковым данным основан на использовании совокупности критериев, учитывающих изменения отражательных свойств поверхности под воздействием огня, а также компенсирующих вероятные ошибки распознавания вследствие межгодовых различий фенологической динамики экосистем и влияния ряда мешающих факторов. На основе исходных подекадных данных SPOT-Vegetation, прошедших предварительную обработку, формируются временные ряды значений SWVI за два последовательных года (текущий и предшествующий) и осуществляется коррекция межгодовых различий фенологической динамики растительности. Для зашумленных наблюдений, выявленных на этапе предварительной обработки данных, производится восстановление значений SWVI методом

линейной аппроксимации с использованием свободных от влияния мешающих факторов и ближайших по времени наблюдений. 23
 Предварительная обработка данных Формирование информационных
 продуктов Временные серии SWVI Восстановление пропущенных данных
 Данные Terra/Aqua-MODIS

В 2001-2002 годах для различных регионов России, что позволило выбрать 78 опорных участков с общей площадью повреждений пожарами около 468 тысяч гектар совместно с ФГУ «Авиалесоохрана» в Красноярском крае были проведены авиационные и наземные измерения контуров гарей 2003 и 2004 годов с использованием прибора GPS. Сопоставление полученных по данным SPOT-Vegetation и опорных значений площадей поврежденных пожарами участков демонстрирует хороший уровень согласованности результатов, что подтверждается наличием линейной связи между двумя наборами данных и высоким значением коэффициента детерминации ($R^2 = 0,94$) (рис. 5). Кроме того, полученное уравнение регрессии позволяет оценить площадь минимального выявляемого данным методом участка повреждений, составляющую 89,4 га. Величина и знак средней ошибки (-6,6%) свидетельствует о незначительном систематическом занижении площадей повреждений, определяемых с использованием разработанного метода.

$y = 1,1x - 89,4$ $R^2 = 0,94$

0 10000 20000 30000 40000 50000 60000 0 10000 20000 30000 40000 50000 60000

Площадь по данным SPOT-Vegetation (га) Площадь по данным Landsat-ETM+ (га) Рис. 5

Сравнение площадей поврежденных пожарами участков по данным SPOTVegetation и Landsat-ETM+ 27 Представленный на рисунке 6 график демонстрирует снижение относительной ошибки определения площадей повреждений по мере роста размеров участков, из которого следует, что, достигая 17% для участков меньших по площади 1000 га, ошибка снижается до уровня 2% для участков площадью от 5000 до 10000 га. Средняя разница оценок площадей в сравнении с данными авиационных облетов, составила 11%, а отклонения по отдельным участкам лежали в интервале от -13,6% до

+10,4%. 0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 0 5000 10000 15000 20000 Площадь участков поврежденных пожарами (га) Средняя ошибка оценки площадей (%) Рис. 6

Зависимость средней относительной ошибки оценки площадей повреждений по данным SPOT-Vegetation от размеров участков

Созданный банк данных представляет собой в настоящее время наиболее полный набор однородных по точности многолетних данных о повреждениях огнем растительности для всей бореальной зоны. Полученные данные дают возможность объективно судить о пространственно-временных характеристиках повреждений за относительно продолжительный период при подекадной частоте наблюдений, что позволяет, в частности, анализировать сезонную динамику горения, выявлять периоды наибольшей активности пожаров и оценивать продолжительность пожароопасных сезонов в различных типах экосистем. Анализ многолетних оценок повреждений лесов Северной Евразии пожарами позволяет, в частности, подтвердить факт наибольшей подверженности воздействию огня насаждений лиственницы, на долю которых в различные годы приходится 65%-78% поврежденной площади.

28 Банк данных о повреждениях растительности пожарами находит широкое применение при управлении лесными ресурсами, охране окружающей среды и оценке объемов пирогенных эмиссий углерода в атмосферу.

Глава 4. Методы оценки состояния и динамики лесов по многоспектральным спутниковым данным. В главе рассмотрены методы анализа спутниковых изображений с пространственным разрешением 20-45 м (Landsat-TM/ETM+, SPOTHRV/HRVIR, Ресурс-О1/Метеор3М-МСУ-Э) для оценки состояния и динамики лесов, в частности, определения их породно-возрастной структуры, степени повреждения насекомыми, изменений в результате деструктивных факторов воздействия. В исследованиях использовалась совокупность подходов к обработке изображений, основанных на управляемой классификации, кластерном анализе и методах декомпозиции спектральных смесей. При этом декомпозиция спектральных смесей, предполагающая оценку доли участия классов в пикселах, осуществлялась

различными методами, а именно на основе решения системы уравнений и использовании геометрического подхода. Первый метод основан на описании спектральной яркости пиксела линейной функцией взвешенных значений яркости типов объектов (компонентов) с весами пропорциональными их площади на земной поверхности.

Интернет-технологии в интересах проведения фундаментальных исследований, управления природными ресурсами и охраны окружающей среды. Банк данных является ядром системы и содержит спутниковые данные и результаты их тематической обработки, а также полученные из различных источников данные о структуре и динамике экосистем, климате, социально-экономическом развитии и других аспектах состояния бореального региона.¹

Геоинформационная система предназначена для обеспечения доступа локальных пользователей к банку данных, пространственного анализа и моделирования, получения информационных продуктов более высокого уровня. Подсистема удаленного доступа к банку данных на основе Интернет обеспечивает возможность получения информационных продуктов, а также синтезируемых по запросам табличных и графических документов. В частности, пользователю предоставляется возможность интерактивной реализации запросов к банку данных и получения информации о сезонной динамике повреждений экосистем пожарами. Программное обеспечение сервера позволяет получать данные о повреждениях для заданных политико-административных регионов различного уровня (субъекты РФ, федеральные округа, страны) с различным уровнем обобщения по типам экосистем

Решение важной научной проблемы развития методов обработки спутниковых данных, получаемых оптико-электронными системами дистанционного зондирования, для оценки состояния и динамики лесов. Выполненный автором анализ современных приоритетов в области

¹ Методология: вчера, сегодня, завтра. В 3-х тт. ред.-сост. Крылов Г.Г., Хромченко М.С. – М.: Изд-во Школы Культурной Политики, 2015.

информационного обеспечения управления лесными ресурсами, охраны и защиты лесов, фундаментальных исследований в области глобальных изменений биосферы и климата, а также разработанных к настоящему времени технических средств и методов дистанционного зондирования позволил предложить структуру и обосновать перспективные направления развития системы спутникового мониторинга лесов. Проведенные исследования информационных возможностей современных спутниковых приборов дистанционного зондирования в оптическом диапазоне электромагнитного спектра дали возможность оценить потенциал их использования для мониторинга лесов.

Заключение

Наука – это такая же область профессиональной человеческой деятельности, как и любая другая – педагогическая, индустриальная и т.п. Единственное специфическое качество науки заключается в том, что если в других отраслях человеческой деятельности используются знания, получаемые наукой, то наука – это та область деятельности, где основной целью является получение самого научного знания.

Научный метод – главное и наиболее мощное средство рационального познания. Однако он служит лишь средством для достижения цели. А цели выбираются не на рациональной основе.

Метод вооружает человека системой принципов, требований, правил, руководствуясь которыми он может достичь намеченной цели. Владение методом означает для человека знание того, каким образом, в какой последовательности совершать те или иные действия для решения тех или иных задач, и умение применять это знание на практике.

Метод (в той или иной своей форме) сводится к совокупности определенных правил, приемов, способов, норм познания и действия. Он есть система предписаний, принципов, требований, которые ориентируют субъекта в решении конкретной задачи, достижении определенного результата в данной сфере деятельности. Он дисциплинирует поиск истины, позволяет (если правильный) экономить силы и время, двигаться к цели кратчайшим путем. Основная функция метода – регулирование познавательной и иных форм деятельности. Методы исследования подразделяются на эмпирические (эмпирический – дословно – воспринимаемый посредством органов чувств) и теоретические.

Список использованных источников

1. Арчибальд Р.С. Управление высокотехнологичными программами и проектами. – М.: ДМК Пресс, 2012.
2. Безрукова В.С. Педагогика. Проективная педагогика. – Екатеринбург: Деловая книга, 2006.
3. Большая Советская Энциклопедия. 3-е издание. – М.: Советская Энциклопедия, 2013.
4. Декарт Р. Рассуждение о методе. Начала философии. – М.: Вежа, 2008.
5. Каган М.С. Человеческая деятельность. – М.: Политиздат, 2014.
6. Канке В.А. Основные философские направления и концепции науки. Итоги XX столетия. - М.: Логос, 2010.
7. Котарбинский Т. Трактат о хорошей работе. Пер. с польск. – М.: Экономика, 2005.
8. Кочергин А.Н. Методы и формы познания. – М.: Наука, 2010.
9. Краевский В.В. Методология научного исследования: Пособие для студентов и аспирантов гуманитарных ун-тов. – СПб.: СПб. ГУП, 2010.
10. Краевский В.В., Полонский В.М. Методология для педагога: теория и практика. – Волгоград: Перемена, 2011.
11. Лешкевич Т.Г. «Философия науки: традиции и новации» М.:ПРИОР,2011
12. Масюкова Н.А. Проектирование в образовании. – Минск: Технопринт, 2009.
13. Методологические проблемы современной науки. – М.: Наука, 2008.
14. Методология: вчера, сегодня, завтра. В 3-х тт. ред.-сост. Крылов Г.Г., Хромченко М.С. – М.: Изд-во Школы Культурной Политики, 2015.
15. Никитин В.А. Организационные типы современной культуры: Автореферат дисс. д-ра культурологии. – Тольятти, 2008.
16. Новая философская энциклопедия: В 4-х т. – М.: Мысль, 2010.
17. Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология. М.: Синтег, 1997.

18. Новиков А.М., Новиков Д.А. Образовательный проект / Методология практической образовательной деятельности. – М.: Эгвес, 2004.
19. Новиков А.М. Российское образование в новой эпохе: Парадоксы наследия; векторы развития. – М.: Эгвес, 2000.
20. Основы философии науки: Учебное пособие для аспирантов / В.П. Кохановский и др. – Изд. 2-е. – Ростов н/Д: Феникс, 2005.
21. Рузавин Г.И. Методология научного исследования: Учеб. Пособие для вузов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1999.
22. Советский энциклопедический словарь. – М.: Большая российская энциклопедия, 2002.
23. Философия//под. ред. Кохановского В.П. Ростов - н/Д.:Феникс,2000
24. Философский словарь. Под ред. М.М. Розенталя. Изд. третье. – М.: Изд-во политической литературы, 1972.
25. Философский энциклопедический словарь. – М.: Сов. Энциклопедия, 1983. Щедровицкий П.Г. К анализу топикки организационно-деятельностных игр. – Пущино, 1987.
26. Юдин Э.Г. Системный подход и принцип деятельности. Москва, 1978.