

**Рецензенты:**

- М.Ю. Архипова**, проф. Департамента статистики и анализа данных Факультета экономических наук НИУ «Высшая школа экономики», д-р экон. наук, проф.,  
**В.Н. Борисов**, зав. лабораторией ФГБУН «Институт народохозяйственного прогнозирования» РАН, д-р экон. наук, проф.

**Садовникова, Наталья Алексеевна.**

- С14**      **Прикладное использование методологии статистического анализа в педагогических исследованиях : монография / Н.А. Садовникова, В.Г. Минашкин, М.В. Карманов, О.В. Кучмаева, В.И. Кузнецов, А.В. Коротков, Е.Н. Ключкова, Е.С. Дарда, Л.Г. Моисейкина, О.А. Махова.**  
206 с.

**ISBN 978-5-4365-1217-4**

Монография подготовлена авторским коллективом преподавателей кафедры статистики Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова и посвящена разработке, совершенствованию и прикладному применению методологии статистического анализа и прогнозирования тенденций и закономерностей изменения показателей педагогических явлений и процессов. В ней изложены методологические вопросы использования статистического инструментария в педагогических исследованиях: методы сбора данных, методология расчета и интерпретации статистических показателей; применение выборочного метода анализа данных; параметрические и непараметрические методы изучения взаимосвязей; эконометрические методы, а также методы статистического прогнозирования. Теоретический инструментарий исследования сопровождается примерами на условных и фактических данных.

*Результаты исследования могут быть рекомендованы для преподавателей, аспирантов, студентов высшего образования.*

**УДК 311  
ББК 60.6**

**ISBN 978-5-4365-1217-4**

## **Авторы:**

**Садовникова Наталья Алексеевна** – доктор экономических наук, профессор, заведующая кафедрой статистики Российского экономического университета им. Г.В.Плеханова

**Минашкин Виталий Григорьевич** – доктор экономических наук, профессор, проректор по научной деятельности Российского экономического университета им. Г.В.Плеханова

**Карманов Михаил Владимирович** – доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры статистики Российского экономического университета им. Г.В.Плеханова

**Кучмаева Оксана Викторовна** – доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры статистики Российского экономического университета им. Г.В.Плеханова

**Кузнецов Владимир Иванович** – доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры статистики Российского экономического университета им. Г.В.Плеханова

**Коротков Анатолий Владимирович** – доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры статистики Российского экономического университета им. Г.В.Плеханова

**Клочкова Елена Николаевна** - кандидат экономических наук, доцент кафедры статистики Российского экономического университета им. Г.В.Плеханова

**Дарда Екатерина Сергеевна**- кандидат экономических наук, доцент кафедры статистики Российского экономического университета им. Г.В.Плеханова

**Моисейкина Людмила Георгиевна** – кандидат экономических наук, доцент кафедры статистики Российского экономического университета им. Г.В.Плеханова

**Махова Ольга Анатольевна** - кандидат экономических наук, доцент кафедры статистики Российского экономического университета им. Г.В.Плеханова

## Оглавление

Введение .....	5
Раздел 1. Теория и проблемы измерений в педагогических исследованиях .....	7
Раздел 2. Методы сбора данных в педагогических исследованиях .....	27
Раздел 3. Педагогическое тестирование как критерий эффективности педагогического процесса .....	51
Раздел 4. Методы описательной статистики в исследовании педагогических процессов .....	69
Раздел 5. Применение выборочного метода анализа данных в педагогических исследованиях .....	95
Раздел 6. Статистические гипотезы в изучении педагогических процессов .....	104
Раздел 7. Непараметрические методы изучения взаимосвязей в педагогических исследованиях .....	117
Раздел 9. Методы статистического прогнозирования показателей и результатов в педагогике .....	169
Заключение .....	193
Список использованных источников .....	199

## Введение

Педагогическое исследование представляет собой сложный механизм, направленный на совершенствование образовательного процесса, требующий определенного научного аппарата, позволяющего сделать его более успешным. Статистические методы и приемы широко используются в различных областях знаний. Однако, несмотря на достаточную степень изученность проблемы, возникает потребность в совершенствовании методических подходов к использованию статистического инструментария в различных областях ее знаний, в частности в педагогических исследованиях. Методы и инструменты статистического анализа позволяют всесторонне раскрыть закономерности педагогического явления, оценить эффективность реализуемых мероприятий в процессе образования, установить реальные противоречия процессов воспитания, обучения и развития.

В этой связи предложенный в настоящей монографии комплексный подход к рассмотрению статистической методологии позволит наиболее полно использовать современный инструментарий для теоретических и эмпирических исследований в исследовании педагогических процессов. Вышеизложенное обусловило актуальность настоящего исследования.

*Целью* исследования является совершенствование методологии статистического анализа в педагогике.

В соответствии с целью в исследовании поставлены и решены следующие основные задачи:

- рассмотреть теоретические аспекты и проблемы измерений в педагогических исследованиях
- систематизировать и обобщить методы организации сбора данных в педагогических исследованиях
- уточнить методологическую сущность педагогического тестирования как критерия эффективности педагогического процесса
- апробировать методы описательной статистики в исследовании педагогических процессов
- предложить методику использования выборочного метода анализа данных в педагогических исследованиях
- конкретизировать методологические основы статистического изучения гипотез в исследовании педагогических процессов
- предложить методику использования непараметрических методов изучения взаимосвязей в педагогических исследованиях
- использовать методологические подходы к использованию многомерных статистических методов в педагогических исследованиях



– предложить методические подходы к прогнозированию показателей и результатов в педагогике.

*Объектом исследования* выступают педагогические исследования. *Предметом исследования* являются методы и инструменты статистического анализа, используемые в педагогических исследованиях.

*Научная новизна* исследования заключается в разработке методологии комплексной статистической оценки в педагогических исследованиях.

Результаты исследования позволят специалистам в области педагогических наук уверенно ориентироваться и успешно решать профессиональные задачи в части расширения предметных областей и повышения уровня обоснованности научных результатов. Предложенная в рамках исследования методология статистического анализа может быть также использована в учебном процессе для студентов, обучающихся по соответствующим профилям дисциплин.

## Раздел 1. Теория и проблемы измерений в педагогических исследованиях

### *Содержание педагогических исследований*

С исторической точки зрения педагогические исследования сопровождают человечество на протяжении очень длительного периода времени. Принято считать, что они возникли практически одновременно с появлением самой педагогики, как важнейшего вида общественной жизнедеятельности. Произошло это в глубокой древности, а поэтому не представляется никакой возможности однозначно и предельно четко идентифицировать хронологично событий.

Например, прототипы простейших педагогических исследований в форме тестоподобных проверок знаний обучающихся встречаются уже в документах и материалах, относящихся к середине третьего тысячелетия до нашей эры. В этой связи в полной мере можно согласиться с мнением Аванесова В.С. о том, что «всякая попытка определить точное время возникновения тестов напоминает стремление географов найти точное начало большой реки, вытекающей множеством ручейков из обширного болота»<sup>1</sup>.

Однако, несмотря на столь длительную предысторию развития, приходится констатировать, что педагогические исследования объективно были, есть и продолжают оставаться областью научно-практических изысканий людей, традиционно содержащей огромное множество дискуссионных вопросов и проблем, частных точек зрения и индивидуальных подходов к объекту познания. И, в первую очередь, данное утверждение в полной мере относится к самим толкованиям педагогических исследований, которые носят «разношерстный», а в определенной мере и противоречивый характер.

Так в одном из достаточно известных современных учебных пособий говорится: «Под исследованием в области педагогики понимается процесс и результат научной деятельности, направленной на получение новых знаний о закономерностях образования, его структуре и механизмах, содержании, принципах и технологиях»<sup>2</sup>.

В популярном словаре под научным педагогическим исследованием называется «процесс формирования новых педагогических зна-

---

<sup>1</sup>Аванесов В.С. Из глубины веков. Управление школой. 1999, №12. Электронный ресурс: <http://testolog.narod.ru>

<sup>2</sup>Сластенин В.А., Исаев И.Ф. и др. Педагогика: учебное пособие для студентов педагогических учебных заведений. М.: Школа-Пресс, 1997.

ний, вид познавательной деятельности, направленный на открытие объективных закономерностей обучения, воспитания и развития»<sup>3</sup>.

В специальном научном труде, опубликованном еще в советское время и активно цитируемом до сих пор, утверждается: «Под исследованием в области педагогики можно понимать процесс и результат научной деятельности, направленные на получение новых знаний о закономерностях процесса воспитания, его структуре и механизме, теории и методике организации учебно-воспитательного процесса, его содержании, принципах, организационных методах и приемах»<sup>4</sup>.

В электронной библиотеке педагогическое исследование трактуется как «целенаправленный и сложный поиск путей совершенствования воспитания и обучения подрастающего поколения, требующий тщательной разработки, бережного прикосновения к личности испытуемого, учета его индивидуальных особенностей, использования разнообразных методов для получения наиболее объективных данных»<sup>5</sup>.

Встречаются и определения педагогического исследования с четко выраженной ориентацией на социальный характер. В этом случае специфика используемого подхода заключается в том, что речь ведется не о педагогическом, а о так называемом социально-педагогическом исследовании. «Социально-педагогическое исследование – это специально организованный процесс познания, в котором происходит выработка теоретических систематизированных знаний о сущности социальной педагогики, ее содержании, методах и формах деятельности социального педагога»<sup>6</sup>.

Систематизация, обобщение и анализ содержания различных точек зрения дают основания утверждать о том, что применительно к педагогическому исследованию имеются, как минимум, два принципиальных разночтения:

- 1) педагогическое исследование – это только процесс или еще и результат?
- 2) на что конкретно направлено педагогическое исследование, к какой цели, достижению чего оно стремится?

---

<sup>3</sup> Коджаспирова Г.М., Коджаспиров А.Ю. Педагогический словарь. М.: Академия, 2005.

<sup>4</sup> Половский В.М. Оценка качества научно-педагогических исследований. М.: Педагогика, 1987.

<sup>5</sup> Электронный ресурс: <http://www.nado5.ru/biblioteka/predmet-i-metodi-pedagogicheskogo-issledovania>

<sup>6</sup> Социальная педагогика. Курс лекций. Под общей редакцией Галагузовой М.А. М.: Гуманитарный издательский центр ВЛАДОС, 2000.

Пытаясь ответить на первый из поставленных вопросов, несмотря на устоявшийся и признанный характер ряда определений, на наш взгляд, необходимо отталкиваться от собственно содержания слова исследование. В общем плане оно подразумевает «процесс выработки новых знаний, один из видов познавательной деятельности»<sup>7</sup>. Поэтому трактовка педагогического исследования (как разновидности научного исследования вообще), подразумевающая кроме процесса познания еще и результат вызывает вполне заслуженные сомнения и вопросы. Ведь с точки зрения логики именно исследование как раз проводится для того, чтобы получить некоторый результат (пусть даже и не всегда положительный).

Касательно второго вопроса расхождения отдельных авторов в большей мере вызваны формулировкой и степенью детализации конечной цели, к которой должно привести проводимое педагогическое исследование. Она обычно сводится к получению новых знаний, познанию закономерностей, но применительно к образованию, обучению, воспитанию, развитию и т.п. Однако по большому счету эти области, несомненно, пересекаясь и взаимодействуя между собой, не являются абсолютно идентичными. С другой стороны, не наблюдается единообразия и по поводу составных элементов научного педагогического поиска – содержание, структура, механизм, теория, принципы, приемы, методы, методики, организация, формы, технологии обучения. То есть в данном случае совершенно очевидно отсутствует единообразие постановки цели, что, впрочем, не вступает в противоречие с педагогической наукой, так как форсайт (предвидение будущего), особенно в сфере образования, требует осторожности и предельной корректности.

Отдельно следует добавить, что на отсутствие единого подхода к пониманию педагогического исследования дополнительно накладывается разброс мнений, касающихся классификации видов рассматриваемого направления познавательной деятельности. Огородников И.Т. подразделяет все педагогические исследования на<sup>8</sup>: обобщающие исследования, которые подводят итоги теоретических или практических достижений; работы, направленные на углубленное изучение отдельных сторон педагогической деятельности, а также нормативные и конструктивно-методические разработки. Данилов М.А. вычленяет<sup>9</sup>: ис-

---

<sup>7</sup> Большой энциклопедический словарь. Электронный ресурс: <http://dic.academic.ru>

<sup>8</sup> Огородников И.Т. О повышении идейного и теоретического уровня учебных и научных работ по педагогическим наукам. М., 1947.

<sup>9</sup> Данилов М.А. Основные проблемы методологии и методики педагогических исследований. Советская педагогика. 1969, № 5.

следования отдельных сторон учебно-воспитательного процесса; исследования процессов обучения и воспитания и исследования, рассматривающие обучение и воспитание как систему. Александров Г.И. в рамках все той же трехзвенной конструкции предлагает рассматривать<sup>10</sup>: фундаментальные; прикладные исследования и разработки.

Вместе с тем, несмотря на существующие расхождения в определении самого педагогического исследования и в классификации его возможных разновидностей, существует один момент, по которому наблюдается достаточно стройная и выверенная позиция. Она заключается в осознанно необходимом и обязательном использовании измерений в познании закономерностей развития образования в самых разнообразных ипостасях учебно-воспитательного процесса.

Для подтверждения сказанного можно привести много авторитетных точек зрения. Обратимся лишь к самым ярким из них. Розенберг Н.М. удивительно точно подметил: «Лишь подкрепив качественный, содержательный анализ тех или иных объектов и явлений обоснованными и надежными измерениями, можно обеспечить педагогов-практиков, ученых, методистов, руководителей... объективной научной информацией»<sup>11</sup>. Патругин Ю.А. в методологическом, общенаучном смысле пошел еще дальше, утверждая, что «пытаться открывать законы и строить модели различных процессов и явлений, пока нет надежных и строго обоснованных методов измерений управляющих ими фактов, – занятие совершенно бессмысленное и бесполезное, как бы полученные законы и модели не были стройны и изящны»<sup>12</sup>. Maranell G.M. вообще заявил в философском духе: «Когда игнорируются проблемы измерения, результаты бывают далекими от ожидаемых»<sup>13</sup>.

Столь тесное единодушие закономерно наводит на мысль о том, что педагогические исследования по многочисленным причинам вообще невозможны без измерений, так как именно последние дают практический материал, всю необходимую информацию для осуществления познавательной деятельности, направленной на выявление закономерностей образования, воспитания и развития.

<sup>10</sup> Александров Г.И. Вопросы эффективности педагогических исследований. Проблемы повышения эффективности педагогических исследований и реализации достижений науки в процессе обучения и воспитания: V сессия семинара. М., 1977.

<sup>11</sup> Розенберг Н.М. Проблема измерений в дидактике. Киев: Вища школа, 1979.

<sup>12</sup> Патругин Ю.А. Об изменении качественных признаков. Моделирование социальных процессов. М.: Наука, 1970.

<sup>13</sup> Maranell, G.M. Introduction. Pp. xi-xix. In G.M. Maranell (Ed.) *Scaling: A source book for behavioral scientists*. Chicago: Aldine, 1974.

По мнению Аванесова В.С. эволюция теории педагогических измерений протекала не в безвоздушном пространстве и не в отрыве от существующей действительности, а на основе других уже имеющихся научных теорий. Среди них в настоящее время в наибольшей мере известны три теории измерения<sup>14</sup>:

- статистическая, классическая теория тестов (Classical test theory, CTT);
- математическая теория измерений (Item Response Theory, IRT)<sup>15</sup>;
- метрическая теоретическая система Раша (Rasch Measurement, RM)<sup>16</sup>.

Можно сколь угодно долго спорить о правомерности подобного деления, а также о сходствах и различиях рассматриваемых теорий, но нельзя не признать, что все они, так или иначе, упираются в проблему идентификации самого измерения в педагогических исследованиях. В чисто практическом разрезе она сводится к тому, являются ли измерения в педагогике операциями полностью идентичными измерениям в других областях науки, техники и общественной жизни, или они представляют собой нечто особенное?

В физике и целом ряде технических наук под измерением обычно понимается отношение измеряемой величины к другой величине, принятой за единицу (базу, эталон и т.п.) сравнения<sup>17</sup>. Естественно, и вполне закономерно возникает вопрос о приемлемости такого подхода в педагогике. На него вполне возможен и положительный ответ, но анализ результатов развития терминологии такими авторами<sup>18</sup>, как Арсеньев А.М., Данилов М.А., Ительсон Л.Б., Катаева Л.И., Розенберг Н.М., Симонов В.П., Чельщикова М.Б., Шадриков В.Д. и др. позволяет говорить о научном «дрейфе» от измерения, как определения какой-либо реальной величины, к построению некоторой зависимости между показателями, связанными с педагогической деятельностью.

---

<sup>14</sup> Электронный ресурс: <http://testolog.narod.ru>

<sup>15</sup> Аванесов В.С. Item Response Theory: Основные понятия и положения. Педагогические Измерения № 2, 2007; Аванесов В.С. Истоки и основные понятия математической теории педагогических измерений (Item Response Theory). Педагогические Измерения № 3, 2007.

<sup>16</sup> Аванесов В.С. Применение тестовых форм в Rasch Measurement. Педагогические Измерения № 4, 2005.

<sup>17</sup> Матвиевская Е.Г. Педагогические измерения. Опыт и проблемы исследования. Электронный ресурс: <http://credonew.ru/content/view/769/33>

<sup>18</sup> Там же.

Своеобразной квинтэссенцией рассматриваемой эволюции, на наш взгляд, можно считать определение, которое сформулировал Розенберг Н.М.: «Измерение в педагогике – познавательный процесс, состоящий в том, что на основании ранее полученной числовой системы (или системы классов), изоморфной эмпирической системы с отношениями, экспериментально определяют числовые значения величин, характеризующих некоторые признаки педагогических объектов или явлений, или указывают на класс, к которому они относятся»<sup>19</sup>. В нем центр тяжести переносится на статистическую зависимость, устанавливаемую именно при помощи числовых значений (цифр), позволяющих не только оценивать те или иные параметры педагогической деятельности, но и увязывать их между собой, а также классифицировать практические формы проявления. При этом волею или неволею возникает проблема нового рода, связанная именно со статистикой, как давно известным и специфическим инструментом познания закономерностей общественных процессов.

Практически в любом из современных учебников по статистике говорится о необходимости массового характера рассматриваемых явлений, так как в достаточно большой совокупности нивелируются, «гасятся» и т.д. случайные отклонения и колебания, а истина проступает в виде количественных оценок реально существующих связей<sup>20</sup>. Однако в этом плане вряд ли стоит забывать одно очень важное обстоятельство. В педагогических исследованиях не всегда приходится оперировать с более или менее представительными (читай массовыми) контингентами. Например, в процессе изучения факторов успеваемости обучающихся (школьного класса, студенческой группы и т.п.) часто пользуются цифровыми данными, имеющими отношение отнюдь не к большой совокупности. По этой причине проведение измерений в педагогике нередко вступает в явное противоречие с канонами классической статистики.

Содержание обозначенного противоречия сводится к тому, что попытки самых простейших измерений многообразных аспектов педагогической деятельности приходится осуществлять в рамках предельно малых по объему совокупностей. По статистическим меркам (с пози-

---

<sup>19</sup>Розенберг Н.М. Проблема измерений в дидактике. Киев: Вища школа, 1979.

<sup>20</sup> Статистика: учебник для бакалавров. Под редакцией проф. Минашкина В.Г. М.: ЮРАЙТ, 2015.

ций массовости) они могут быть настолько малочисленными, что любая интерпретация полученных результатов, по мнению, статистиков не выдерживает никакой критики. Но педагогика объективно вынуждена проводить свои исследования, подразумевающие и количественные измерения, в тех условиях, которые имеются в действительности. Она фактически оказывается перед выбором, или измерять то, что можно, или, руководствуясь традиционными статистическими принципами не измерять вообще. При этом однозначно ответить на вопрос, что лучше, не только сложно, но зачастую вообще невозможно, а абсолютно любой конкретный ответ содержит существенный элемент субъективизма.

Одновременно, учитывая явно не массовые характеристики многих контингентов обучающихся, используемых в педагогических исследованиях, в полный рост встает другая широко известная проблема, а именно обеспечение репрезентативности. В данном случае имеется в виду свойство формирования представления о целом по его части. Совершенно очевидно, что при проведении педагогических измерений, касающихся не обязательно массовых и строго определенных во времени и пространстве совокупностей, появляются сомнения в возможности широкого практического применения полученных результатов, особенно в контексте выявленных закономерностей образования. К примеру, проведя тестирование определенной группы студентов, можно установить количественные размеры, соотношения и зависимости, которые будут адекватными и истинными только частично или вообще не будут таковыми применительно к другим, а тем более ко всем, аналогичным совокупностям обучающихся.

Дальнейший переход в практическую плоскость педагогических измерений неизбежно приводит к необходимости решения традиционной триединой задачи<sup>21</sup>, которая в рамках данного конкретного исследования несколько модифицируется в последовательную цепочку: что, для чего и чем измерять. Ведь в рамках педагогической деятельности, как минимум, могут быть выделены следующие самостоятельные, но взаимосвязанные аспекты (рис. 1).

---

<sup>21</sup> DuBois P.H. A History of psychological testing. Allyn and Bacon, 1970.

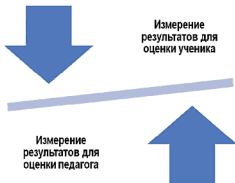




**Рисунок 1.1 – Основные направления проведения измерений в педагогической деятельности**

На первый взгляд обозначенные выше аспекты носят равноправный и равновероятный характер. Сами по себе и масштабы, и содержание и результаты педагогической деятельности могут не только рассматриваться по отдельности, но и практически выступать в роли возможных граней для проведения количественных измерений. Однако действительность свидетельствует о том, что чаще всего именно результаты в педагогике служат в качестве основной «мишеней» для выявления сложившихся пропорций и зависимостей. Видимо, это объясняется тем, что широкие (или наоборот узкие) масштабы и должное качество (современные методики, грамотный контент и т.д.) образовательного процесса автоматически не гарантируют высокие конечные результаты.

Дополнительно нельзя не оговориться, что измерения результатов педагогической деятельности могут производиться с разными конечными целями. Поэтому ответ на вопрос для чего это делается, допускает некоторые альтернативы (рис. 1.2).



**Рисунок 1.2 – Возможные цели для проведения педагогических измерений**

В последние годы в связи с попыткой прямой увязки оплаты труда педагогических работников с результатами их деятельности (рейтинг учеников, победы на российских и международных конкурсах и олимпиадах, выигранные гранты на обучение и проведение исследовательских проектов, поступление в вузы и т.д. и т.п.) измерения все чаще носят разнонаправленный характер. Однако в подавляющем большинстве случаев они все же непосредственно ориентированы на учеников и для того, чтобы оценить объем и качество полученных ими знаний.

В совокупности теоретически понятная и практически широко распространенная концепция педагогических измерений именно качества подготовки обучающихся служит своеобразным трендом современной исследовательской деятельности, который подразумевает свою «обойму» проблем. Среди них, в первую очередь, обязательно следует выделить следующие. Во-первых, качество педагогической деятельности в самых различных аспектах, в том числе и в смысле знаний, предоставленных ученикам, – это сложная, многогранная, неоднозначная

и дискуссионная категория. Во-вторых, практика получения количественных оценок убедительно свидетельствует, что качество абсолютно любой деятельности (образовательной, воспитательной и т.п.) поддается количественному измерению с известной долей условности. В-третьих, до сих пор нет окончательно убедительной аргументации в пользу измерения объема усвоенных знаний, навыков и умений или степени их соответствия установленным нормативам (например, требованиям государственных образовательных стандартов). В-четвертых, при ориентации на государственные стандарты не стоит забывать, что степень соответствия (или несоответствия) им может быть различной, а поэтому требуется подробная детализация выявленных сходств и различий. В-пятых, государственные стандарты не являются застывшим эталоном и претерпевают естественные изменения (улучшение, дополнение, развитие и т.п.), что с чисто статистических позиций создает предпосылки для утраты сопоставимости во временном контексте.

Существуют и некоторые другие проблемы количественной оценки качества подготовки обучающихся, но все они «меркнут» перед обилием и разнообразием методов, способов и приемов проведения самих педагогических измерений, которые имеют свои достоинства и недостатки, а также собственные проблемы практического применения и интерпретации полученных оценок.

#### *Некоторые задачи и методы педагогических измерений*

Далее, во второй части первого раздела исследования внимание сосредоточено на отдельных задачах и методах педагогических измерений. Несколько авторских пояснений по поводу содержания педагогических измерений, поскольку термин «педагогические измерения» получил распространение.

Во-первых, авторы придерживаются той позиции, что измерения – объективны и осуществляются приборами, а оценка субъективна (осуществляется субъектом). В этой связи педагогическими измерениями следует называть познавательный процесс в форме *оценки* процессов и явлений, происходящих в педагогике. Тем более что исторически теории педагогических измерений предшествовала разработка теории оценивания<sup>22</sup>, которая, по нашему мнению, имеет более общий характер.

---

<sup>22</sup> Аванесов В.С., История педагогической теории измерений // Педагогические измерения, №3/ 2012 - с. 3-26.

Во-вторых, содержание педагогических измерений шире тестирования и, по нашему мнению, включает такие направления исследования как оценка уровня: знаний, качества подготовки учащегося, качества образования, качества преподавания, а также – воспитания, социализированности ученика и так далее. И даже оценка знаний не ограничивается и не может ограничиваться тестированием. Она включает и выполнение самостоятельных работ, и ответы с места и доклады и так далее. Подтверждением тому может служить мнение главного редактора журнала «Педагогические измерения» профессора В.С.Аванесова: «Педагогические измерения можно также рассматривать как практическую образовательную деятельность, нацеленную на получение ... *оценок* уровня текущей и итоговой подготовленности учащихся и студентов»<sup>23</sup>.

В-третьих, авторы придерживаются той точки зрения, что педагогические исследования распространяются не только на среднюю, но и на высшую школу, а также на дошкольное, на послевузовское и вообще на любое образование и обучение, поскольку, например, в соответствии с Википедией, педагогика – наука о воспитании и обучении человека.

В итоге, в педагогических измерениях может быть выделено два направления анализа – 1) оценка знаний и воспитания (учащихся) и 2) оценка преподавания (преподавателя, учебного заведения, системы образования). В силу ограниченного объема настоящей работы основное внимание далее сосредоточено лишь на отдельных задачах оценки знаний, включая: 1) балльные оценки знаний и их соответствие с качественными оценками по «школьной» шкале «очень плохо - отлично»; 2) комплексные оценки самостоятельных «литературных» работ - эссе и рефератов.

Теория построения статистических показателей как инструмент педагогических измерений. В соответствии с теорией статистики, статистический показатель представляет собой меру массовых социально-экономических явлений и процессов. Несомненно, что выставление оценки школьнику или студенту относится к массовым явлениям, поскольку осуществляется многократно. Построение (*исчисление*) показателей – важнейший раздел методологии статистики.

Этапы исчисления показателей представлены в табл. 1.1.

---

<sup>23</sup> Там же.

Таблица 1.1 – Этапы построения статистических показателей

Этап	Содержание этапа
1	Содержательная характеристика изучаемого процесса или явления
2	Разработка расчетной формулы
3	Сбор информации (при необходимости осуществляется оцифровка в результате переход от порядковой шкалы к количественной)
4	Расчет уровня показателя
5	Интерпретация уровня показателя (при необходимости осуществляется переход от количественной к порядковой шкале).

Как правило, статистический показатель выражен по количественной шкале, но может быть представлен и по порядковой шкале «неудовлетворительно – отлично», что особенно важно в педагогике. Порядковая или ординальная шкала позволяет отнести объекты в классы, упорядоченные по степени присутствия данного свойства, которые далее будем называть уровнями или градациями. В педагогике применяется так называемая школьная шкала с градациями: «очень плохо», «плохо» или «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично». Количественная шкала соответствует количественному признаку и имеет несколько разновидностей - интервальной и шкалой отношений, униполярной и биполярной, непрерывной или дискретной. В педагогических измерениях шкала будет, как правило, дискретной униполярной шкалой отношений<sup>24</sup>.

В практике педагогических измерений требуется установление соответствия между порядковой и количественной шкалами. Ранее в практике советской школы проблемы соответствия не возникало, поскольку использовалась исключительно пятиуровневая шкала. Здесь пяти градациям порядковой шкалы – «очень плохо», «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично» - соответствовали пять балльных уровней: 1, 2, 3, 4, 5. В настоящее время, когда балльные шкалы имеют гораздо больше пяти уровней, становятся *мультиметрическими*, возникает задача соответствия.

<sup>24</sup> Коротков А.В. Маркетинговые исследования: учебник для бакалавров. – 3-е изд., переработ. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2014. – 595 с. – Серия: Бакалавр. Базовый курс.

Необходимость установления такого соответствия идет в двух направлениях, поскольку следует из существования двух взаимосвязанных задач:

- Оцифровка порядковой шкалы. При опросе респонденту более понятны вопросы с ответами по порядковой шкале, чем по количественной. Затем для расчетов показателя может понадобиться переход к количественной шкале. В педагогике это означает присвоение баллов школьным оценкам;

- Интерпретация балльной оценки или рейтинга. С другой стороны, по результатам выполнения нескольких заданий учащийся получает 55 баллов из ста. Как интерпретировать эту оценку? Интерпретация – является важнейшим этапом построения статистических показателей (см. табл. 1). В теории педагогических измерений вопросу интерпретации уделяется недостаточно внимания, что имеет нежелательные последствия, например, занижение порогового уровня успешного прохождения измерительной процедуры обучаемым.

Остановимся подробнее на оценке по мультибалльной шкале – основе для расчета учебного рейтинга – суммарной оценки школьника или студента, включающая в себя баллы, выставляемые учащемуся за различные виды работ. Так называемая школьная пятибалльная система понятна. Пять градаций, а на практике их всего четыре, позволяют интерпретировать каждый количественный уровень, охарактеризовать его содержание по принципу «плохо – хорошо». А именно, имеется простое правило перехода от количественной шкалы с градациями 1-2-3-4-5 к порядковой шкале с градациями «очень плохо – неудовлетворительно – удовлетворительно – хорошо – отлично».

Однако пятибалльная система имеет *недостаток*, вызванный проблемой суммирования оценок. Появление современных мультибалльных оценок вызвано, на наш взгляд, необходимостью выставления итоговой (суммарной) оценки (рейтинга) по нескольким заданиям, выполненным в течение учебного года (семестра, модуля, триместра, четверти), когда «пятерка» за сложную работу и «пятерка» за простую работу не подлежат суммированию. В соответствии с методологией статистики суммированию подлежат только качественно-однородные объекты, а ответ с места и, например, эссе или домашнее задание в общем случае такими не являются. Существует два пути выхода из этого затруднения:

- во-первых, для каждой работы или может быть установлен ве-

совый коэффициент, тогда итоговая оценка имеет вид 
$$y = \sum_{i=1}^n k_i x_i,$$

где  $k_i$  – весовые коэффициенты,  $x_i$  – оценка по  $i$ -ой шкале;

• во-вторых, применяются шкалы с разными максимумами. Так, за эссе диапазон оценки может быть 0-5 баллов, а за аналитический обзор больше - 0-10 баллов.

Данные два варианта не являются взаимоисключающими. Это лишь две разные формы представления оценок. Две шкалы по 10 баллов, но одна имеет вес 0,5 – это то же самое, что применение одной шкалы в 5 баллов и второй в 10 баллов. Задача установления весов является самостоятельной и также требует решения. В принципе, веса могут назначаться экспертным путем в результате опроса одного или нескольких экспертов. При привлечении нескольких экспертов индивидуальные оценки усредняются. Могут быть использованы как статистические методы усреднения (среднее, мода, медиана и др. величины), так и творческие методы принятия решений, например, метод Дельфы<sup>25</sup>.

Остановимся подробнее на решении двуединой задачи «оцифровки – интерпретации». Даже оцифровка школьной пятибалльной шкалы не так проста и очевидна, как это может показаться на первый взгляд. По нашему мнению, в теории педагогических измерений не решена одна важная проблема, состоящая в установлении соответствия между порядковой шкалой с градациями «очень плохо – неудовлетворительно – удовлетворительно – хорошо – отлично» и её оцифровкой для перевода в количественную шкалу. В наших учебных заведениях для оцифровки применяется шкала, основанная на арифметической прогрессии.

Известно, что общее выражение для любого члена арифметической прогрессии имеет вид:  $a_i = a_1 + (i-1)d$ , где  $d$  – шаг или разность прогрессии,  $i = 1, \dots, n$ . В данном случае:  $a_1 = 1$ ,  $d=1$ ,  $i=1,2,3,4,5$ . Интерпретация количественных уровней в арифметической прогрессии весьма своеобразна. Каждый последующий балл больше предыдущего на единицу, абсолютный прирост (разность арифметической прогрессии) один и тот же, но ценной темп прироста уменьшается - от «двойки» к «тройке» 50%, а от «тройки» к «четверке» - 33%, а от «четверки» к «пятерке» убывает еще сильнее и составляет всего 25%.

На практике широко востребована идея сопоставления, основанная на относительных величинах, поэтому количественные оценки, основанные на постоянной разности, могут быть легко раскритикованы. Так, получается, что «отлично отличается от «хорошо» в меньшее число раз, чем «хорошо» от «удовлетворительно». А «отлично» всего в

---

<sup>25</sup> Коротков А.В. Маркетинговые исследования: учебник для бакалавров. – 3-е изд., переработ. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2014. – 595 с. – Серия: Бакалавр. Базовый курс.

1,7 раза «выше» тройки. С этим согласится не каждый преподаватель. Также, студент, получивший «отлично», скорее всего, скажет, что он затратил не в полтора-два, а в три-четыре раза больше времени на подготовку к экзамену и на работу в семестре по сравнению с тем, кто получил «удовлетворительно». Недосток постоянного прироста между градациями теоретически может быть преодолен двумя способами.

Первый способ может быть основан на применении арифметической прогрессии с неравноотстоящими значениями, соответствующим арифметической прогрессии порядка выше первого. Например, арифметической прогрессии 2-го порядка соответствует последовательность  $P2(i)=i^2=1,4,9,\dots$ . Опыта применения оценок по такой шкале авторами пока не выявлено.

Второй способ основан на применении геометрической прогрессии. В результате последовательность уровней будет представлять собой геометрическую прогрессию:  $a_i = a_1 q^{i-1}, i = 1, \dots, n$ , когда частное от деления двух соседних членов постоянно. При  $a_1 = 1/4$  и знаменателе  $q=2$  и  $n=5$  последовательность имеет следующие пять уровней:  $1/4, 1/2, 1, 2, 4$ . При  $a_1 = 1$  и знаменателе  $q=2$  и  $n=5$  последовательность имеет следующие пять уровней:  $1, 2, 4, 6, 8$ . Такая последовательность уровней интересна тем, что каждая последующая оценка выше предыдущей в два раза – «удовлетворительно» лучше «неудовлетворительно» в два раза, а «отлично» лучше «хорошо» также в два раза.

Что касается мультиметрической (многобалльной) системы, и в этом еще одно её достоинство, то там имеется возможность применения шкалы по принципу геометрической прогрессии. Тогда при «стобалльной» шкале соответствие порядковой и количественной шкал будет следующим: «очень плохо» - 6,25, «неудовлетворительно» - 12,5, «удовлетворительно» - 25, «хорошо» - 50, «отлично» 100. На практике у пятерки тоже должен быть «запас», о чем сказано ниже. И, конечно, не обязательно рассматривать прогрессию с коэффициентом (знаменателем) равным двум, например, принять коэффициент 1,3, тогда «пятерка» будет все-таки весомее «четверки», чем сейчас. Существенный недостаток такой шкалы в низком уровне удовлетворительной оценки.

Интересно, что в маркетинге (и это иногда жестко заложено в специализированных компьютерных программах), например, для рейтинга качества продукта всё чаще применяют геометрическую прогрессию. Автору встречалась известная в свое время компьютерная программа по маркетингу, когда оцифровка параметров свойств продукта проводилась по геометрической прогрессии по умолчанию. Исследователю об этом не сообщалось, а возможность применения иной шкалы не предусматривалась.



В целом рассмотрение интерпретации уровней шкалы, основанной на геометрической прогрессии, не показало её преимущества и перспектив применения в педагогических измерениях. На наш взгляд, в первую очередь имеется необходимость усовершенствования шкалы с постоянной разностью, основанной на арифметической прогрессии.

Рассмотрим некоторые шкалы, которые в основе имеют с арифметическую прогрессию с постоянной разностью. В настоящее время теория не подсказала, а практика не выявила лучшего соотношения порядковой и количественной шкал. Требуется накопление опыта и совершенствование теории перевода «школьной» пятибалльной шкалы и количественную с полюсами ноль и М или 0% и 100%. Далее для универсальности, чтобы не зависеть от максимума шкалы, часто рассматривается шкала с уровнями от нуля до 100%, что легко пересчитывается в шкалу с уровнями от нуля до баллов.

Постараемся удовлетворить следующим двум требованиям: 1) оценка «отлично» должна иметь запас, когда «отлично» - это не только пять из пяти или 100 из ста, но и несколько меньше, 2) оценка «удовлетворительно» предполагает знание не менее половины материала. Рассмотрим три системы:

1. Методика расчета баллов по первому варианту состоит в следующем. Пусть имеется шкала с минимальным значением ноль и максимальным – М. Оценка «удовлетворительно» начинается с  $(3/6)M$ , «хорошо» - с  $(4/6)M$ , «отлично» - с  $(5/6)M$ . Здесь разность арифметической прогрессии составляет  $1/6$  или 17%. Вариант оцифровки шкалы, максимальное значение которой приравнивается к 100% или к единице представлен в табл. 1.2.

**Таблица 1.2 – Вариант оцифровки порядковой шкалы оценок**

Оценка по порядковой шкале	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Доля от единицы	От 3/6 включительно до 4/6	От 4/6 включительно до 5/6	От 5/6 включительно до 1
Доля от 100 %	От 50% включительно до 67%	От 67% включительно до 83%	От 83% включительно до 100%
Баллы по 100-балльной шкале	От 50 включительно до 67	От 67 включительно до 83	От 83 включительно до 100

Замечание: систему можно сделать более строгой для получения удовлетворительной оценки. Тогда «удовлетворительно» ставится с 4/7 или 57% от максимума, «хорошо» - от 5/7 или 71%, а пятерка от 6/7 или 85% от максимума;

2. Полагая, что на «удовлетворительно» надо знать больше половины от максимума, получаем, что «удовлетворительно» начинается с 55%, «хорошо» с 75%, а «отлично» – с 95%, оставляя некоторый простор или право на ошибку (на погрешность преподавателя) в 5%. При этом «отлично» почти в два раза дороже «удовлетворительно» и на одну треть выше «хорошо». Система следующая. 100%-ная шкала разбивается на пять частей по числу градаций в школьной шкале. На каждую часть приходится 20%, но для образования запаса по «отлично» каждая градация уменьшена на 5%. Здесь разность арифметической прогрессии составляет 20% от максимума;

3. Авторам известна одна удачная система, которая прошла достаточно длительную апробацию с 2008 года<sup>26</sup>. В известном автору варианте оценка курсовой работы следующая: «удовлетворительно» ставится с 61%, «хорошо» с 76% и «отлично» с 90%. Здесь разность арифметической прогрессии составляет 15% от максимума.

В соответствии с Положением о рейтинговой системе РЭУ им. Г.В. Плеханова<sup>27</sup> «удовлетворительно» ставится с 50 баллов, «хорошо» с 70 баллов, «отлично» с 85 баллов. Обращает на себя внимание, что эта шкала незначительно отличается от арифметической прогрессии. Более того, «отлично» меньше отличается от «хорошо» по сравнению с различием между «удовлетворительно» и «хорошо», что нивелирует высшую оценку.

Уделим большее внимание проблеме минимального уровня для получения положительной оценки. Известные из практики примеры противоречивы. Во всех рассмотренных выше примерах «удовлетворительно» начинается с 50% в одном примере, с 55% во втором и с 61% в третьем. В этом смысле полной неожиданностью является взятый авторами пример из школьной практики (со слов школьников), когда в средних школах в диктанте из сорока слов двойка может быть поставлена за четыре ошибки. Не следует исключать «самодеятельность», но

<sup>26</sup> Методика использования балльно-рейтинговой системы оценивания знаний студентов [Электронный ресурс]. – М.: издательство МЭСИ. - 2008.

<sup>27</sup> Положение о рейтинговой системе оценки успеваемости и качества знаний студентов в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова» [Электронный ресурс]. - 2015.

это завышает порог. В этом примере «удовлетворительно» ставится с 35/40 или с 87,5%. Такой высокий уровень «удовлетворительно» с выше рассматриваемых позиций выбора шкалы трудно понять и объяснить, а оценки «хорошо» и «отлично» становятся фактически неразличимыми.

Обратную ситуацию демонстрирует практика ЕГЭ, где минимальный, проходной уровень занижен. В.А. Аванесов<sup>28</sup> в своей статье приводит слова учителя о том, что его (единный госэкзамен по русскому языку) «нельзя сдать на двойку». В той же статье сказано, что появившееся в 2014 году сообщение о низких результатах ЕГЭ 2014 г. вынудило Рособрнадзор, *post factum* снизить минимальные требования к уровню владения русским языком, с 36 до 24 баллов. Налицо волюнтаризм, когда минимальный уровень «удовлетворительно» назначается «кому как заблагорассудится». Пятибалльная заслуженная школьная шкала преднамеренно забыта.

Особая ситуация складывается при балльной оценке «литературных» работ, состоящих из нескольких логически взаимосвязанных блоков - аналитических отчетов, курсовых работ, эссе. Также схема применима при выставлении рейтинга по системе «работа в учебном году плюс итоговое контрольное мероприятие». Здесь можно выделить две задачи:

Первая задача – установление веса составляющих (блоков, компонент), по которым оценивается работа. В соответствии с п. 4.3 Методики использования балльно-рейтинговой системы оценки знаний студентов<sup>29</sup> курсовая работа оценивается по 100-балльной шкале на основании следующих блоков: 1) оформление (20 баллов), 2) содержательная часть (50 баллов), 3) уровень знаний, продемонстрированных на защите (30 баллов). Баллы за каждый блок определяются школой, а в вузе кафедрой или вузом в целом. В приведенном примере соответствующие веса равны 0,2; 0,5 и 0,3 соответственно. Такое распределение весов интересно еще и тем, что на сам текст работы отводится 70%, а на защиту 30% от итогового балла. Такое же соотношение в рассматриваемом первоисточнике применяется при выведении итогового балла по двум составляющим – работа в аудитории и дома (0,7) и результат итогового контрольного мероприятия (0,3). В соответствии с Положением РЭУ им. Г.В. Плеханова 100 баллов распределяется сле-

<sup>28</sup> Аванесов В.С. Десятилетний юбилей журнала «Педагогические измерения» // Педагогические измерения, №3/2014. – с. 3-43.

<sup>29</sup> Методика использования балльно-рейтинговой системы оценивания знаний студентов [Электронный ресурс]. – М.: издательство МЭСИ. - 2008.

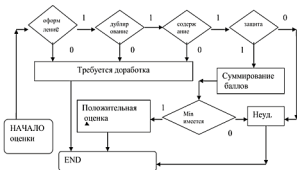
дующим образом: содержательная часть – 55 баллов, оформление – 20 баллов, защита – 25 баллов.

Вторая задача - назначение пороговых значений по каждому блоку. Здесь возможны два варианта. По первому варианту, который может быть назван компенсационным, пороговые значения не назначаются и баллы по составляющим суммируются. Однако такой подход имеет недостаток, состоящий в отсутствии минимального порога и чрезвычайно низкий балл по одному блоку компенсируется более высокими баллами по другим блокам. Такой подход следует считать малоприменимым для самостоятельных работ. Он может быть использован для суммы «семестр плюс экзамен». По второму варианту пороговые значения назначаются и баллы по составляющим суммируются только тогда, когда преодолены пороги.

В этой связи целесообразно выделить два этапа оценки, а вся система может быть названа как двухуровневая логическая система. На первом этапе каждый блок оценивается по порядковой шкале из двух градаций – «ниже порога - оценка неудовлетворительная» и равно и выше порога - «оценка положительная» (удовлетворительно, хорошо, отлично). Неудовлетворительной оценке присваивается 0, а положительной 1. Работа оценивается по принципу логического произведения. Правило конъюнкции следующее: если (оформление) & (содержание) = 0, то работа не допускается к защите, если результат равен 1 (содержание и оформление выше порога), то работа оценивается и допускается к защите. Что касается содержания, то оно не может быть признано приемлемым, если велик уровень заимствования материала (дублирования) из сети Интернет или первоисточников без цитирования. В результате, содержание считается приемлемым, если дублирование не выше порога и содержание приемлемое.

Такая система оценки позволяет на формальном уровне исключить из рассмотрения слабые работы с легковесным содержанием и/или очень слабым оформлением, что сейчас, к сожалению, становится большей проблемой, чем сам текст, который мог быть заимствован из сети Интернет. Аналогично, если на защите автор работы не продемонстрировал знания своего текста и теории по теме работы (логический ноль), то работа оценивается «неудовлетворительно», иначе - «удовлетворительно», «хорошо» или «отлично» с проставлением одной из этих четырех оценок.

Можно выстроить логическую последовательность при использовании блочной логической системы, которая проиллюстрирована на рис. 1.3, где ромбами изображены логические блоки.



**Рисунок 1.3 - Схема алгоритма процесса оценивания многокомпонентной работы обучающегося**

Блочная двухуровневая схема используется также при выставлении рейтинга по сумме «работа до» и «работа после» итогового контрольного мероприятия. В известных авторах примерах соотношение составляет (70-75)% и (30-25)% соответственно. Существуют, но не всегда, и пороговые границы. Если пороги имеются, то преодоление первого порога означает допуск к итоговому контрольному мероприятию (ИКМ). Преодоление второго порога (на итоговом контрольном мероприятии) означает положительную оценку. Очевидно, что вопрос о существовании порога должен решаться отдельно. Существование порога на ИКМ означает, что если школьник или студент не набрал хотя бы одного-двух баллов, не означает, что на ИКМ ему достаточно набрать эти один-два балла, что свидетельствовало бы о чрезвычайно низком уровне подготовки. Простое суммирование без порогов минимальных значений, несомненно, облегчает получение желаемого результата обучаемым.

## Раздел 2. Методы сбора данных в педагогических исследованиях

В современном мире эффективная педагогическая деятельность в различных сегментах социума (дошкольное, общее, специальное и дополнительное образование; социально-педагогическая деятельность) немыслима без использования широчайших возможностей статистической методологии. Трудно не согласиться с Рейхманом У. Дж., утверждавшим, что «мы живем в век статистики. Едва ли не в каждом своем аспекте явления природы, а также человеческая и прочая деятельность поддаются сейчас измерению при помощи статистических показателей»<sup>30</sup>.

Педагогические исследования в современном мире охватывают широкий спектр направлений: это не только определение эффективных образовательных технологий, оценка результативности педагогической деятельности в образовательных учреждениях, но и выявление факторов и причин девиантного поведения детей и подростков, обоснование программ воспитания, анализ деятельности в сфере дополнительного образования, профессиональная ориентация учащихся, формирование механизмов сотрудничества семьи и школы; оказание комплексной социально-педагогической поддержки семьям с учетом специфики семейной ситуации. В современном российском обществе имеется особый интерес к проведению грамотной, стратегически выстроенной социальной политики в области формирования системы воспитания. Разрабатываются программы воспитания и социализации обучающихся.

При определении понятия «воспитание» исследователями выделяются:

- воспитание в широком социальном смысле, включая в него воздействие общества на человека, т.е. воспитание отождествляется с социализацией;
- воспитание в широком педагогическом смысле как целенаправленное воспитание, осуществляемое системой учебно-воспитательных учреждений;
- воспитание в узком педагогическом смысле как воспитательная работа в целях формирования у детей системы определенных качеств,

---

<sup>30</sup> Рейхман У. Дж. Применение статистики. М.: Статистика, 1969. С. 11\_

взглядов, убеждений, решения конкретных воспитательных задач (например, воспитание определенного личностного качества)<sup>31</sup>.

Социализация – процесс становления и развития личности, состоящий в освоении индивидом в течение всей его жизни социальных норм, культурных ценностей и образцов поведения, позволяющий индивиду функционировать в данном обществе<sup>32</sup>.

Во всех случаях разработка эффективных педагогических технологий может опираться на масштабные исследования, основанные на методах статистического наблюдения.

При этом объектом педагогических исследований могут выступать как несовершеннолетние учащиеся образовательных учреждений, так и люди, проходящие профессиональное обучение, дети, проживающие в интернатных учреждениях, семьи, педагоги, воспитатели, социальные работники.

Так, например, проект нового профессионального стандарта специалиста в области воспитания<sup>33</sup> в качестве направлений трудовой деятельности специалиста отмечает «изучение социальной среды, условия воспитания обучающихся, выявление проблем, потребностей, социальных рисков», «изучение возрастных и психологических особенностей, интересов и потребностей учащихся». Специалист должен уметь осуществлять поиск и анализ необходимой информации.

В ходе педагогических исследований, безусловно, используются различные источники информации, количественные и качественные методы сбора данных. Так, например, в ходе проведения исследования по заказу Уполномоченного по правам человека в г. Москве в 2011 г.

---

<sup>31</sup> См., например: Психолого-педагогический словарь для учителей и руководителей общеобразовательных учреждений / под ред. П.И.Пидкасистого. – Ростов н/Д: изд. «Феникс», 1998. с. 72; Мудрик А.В. Воспитание в системе образования: характеристика понятия. // Воспитать человека: Сборник нормативно-правовых, научно-методических, организационно-практических материалов по проблеме воспитания / под ред. В.А.Березиной, О.И.Волжиной, И.А.Зимней. – М.: Вента-Графф, 2002. с. 77; Болдырев Н.И. Методика воспитательной работы в школе: Учеб. пособие для студентов пед. ин-тов. – М.: Просвещение, 1974. – с.37, 39; Сластенин В.А., Исаев И.Ф., Шиянов Е.Н. Общая педагогика: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / под ред. В.А.Сластенина: в 2 ч. – М.: Гуманит.изд.центр Владос, 2002. – ч.2. с. 9.

<sup>32</sup> Социологическая энциклопедия: в 2 т. Т2/национальный общественно-научный фонд/руководитель научного проекта Г.Ю.Семинг; главный редактор В.Н. Иванов. – М.: Мысль, 2003 с. -863 - с. 445

<sup>33</sup> Подготовлен рабочей группой Министерства образования и науки РФ, распоряжение от 10 августа 2015 года № Р-125.

«Проблема доступности среднего образования для несовершеннолетних лиц с ограниченными возможностями здоровья в г. Москве» для определения проблем семей с детьми, имеющими ограничения в области здоровья, был использован метод фокус-групп.<sup>34</sup> Однако в ряде случаев именно статистические методы наблюдения оказывают неоценимую помощь в проведении педагогического исследования. Наиболее широкое распространение в анализе педагогических и воспитательных проблем и оценки эффективности педагогических новаций находят выборочные исследования. Так, широкий круг выборочных исследований посвящен оценке результативности ЕГЭ.<sup>35</sup>

Во многих случаях сбор материалов для анализа проблемы и оценки происходящих изменений должен осуществляться в режиме мониторинга.

Обобщая возможности использования статистики в педагогической деятельности, можно выделить два основных направления:

- объективное обоснование направлений деятельности, реализуемых методик и технологий в сфере образования, воспитания и социализации детей, подростков и взрослых;
- оценка эффективности реализуемых мер, нововведений, целевых проектов и программ.

Оценка ситуации, опирающаяся на комплекс абсолютных и относительных показателей, отслеживаемых в динамике, дает возможность проведения региональных и временных сопоставлений. При этом следует иметь в виду, что для сравнений необходимо использовать относительные показатели (доля в %; показатель в расчете на 1000 человек, 1000 детей), поскольку абсолютные показатели при сравнении различных по численности совокупностей не позволяют получить объективную картину.

Мониторинг представляет собой целостный управленческий инструмент, внутреннее строение, назначение, место и время применения которого определяется в зависимости от особенностей

<sup>34</sup> Кучмасева О.В., Петрякова О.Л., Дементьева И.Ф., Сабитова Г.В., Синельников А.Б. Проблема доступности среднего образования для несовершеннолетних лиц с ограниченными возможностями здоровья в г. Москве// ФГНУ ИСВ РАО, 2012

<sup>35</sup> Пересецкий А.А., Давтян М.А. Эффективность ЕГЭ и олимпиад как инструмента отбора абитуриентов// Прикладная эконометрика, 2011, №3; исследование ВЦИОМ исследование «ЕГЭ глазами школьников, родителей и учителей». Электронный ресурс. Режим доступа: [http://wciom.ru/database/open\\_projects/edinyiy\\_gosudarstvennyiy\\_ekzamen/](http://wciom.ru/database/open_projects/edinyiy_gosudarstvennyiy_ekzamen/)



предмета мониторинга и совокупности отслеживаемых параметров. Примером мониторинга может выступать сбор данных в системе статистической отчетности.

Анализ опыта проведения мониторинговых исследований позволяет говорить о том, что мониторинг должен отвечать следующим требованиям:

1) Иметь целевую направленность – в данном случае обеспечивать объективное и комплексное представление ситуации с соблюдением прав детей.

2) Обеспечивать максимальную достоверность информации и формулируемых на ее основании выводов, что обеспечивается использованием объективных данных из надежных источников.

3) Обеспечивать непрерывность и систематизированность наблюдений за счет использования единой системы показателей.

Мониторинг в сфере педагогики должен включать следующие этапы:

- определение системы показателей;
- сбор информации, необходимой и достаточной для получения искомых ответов;
- анализ собранной информации, и, на основе этого – получение выводов и вынесение суждений;
- работа итоговых рекомендаций в отношении оцениваемых объектов или осуществляемых процессов.

В силу того, что ситуация в сфере образования и воспитания постоянно изменяется под воздействием факторов микро- и макросреды, необходимо использование динамического мониторинга – отслеживания на основе ряда количественных и качественных показателей изменения ситуации с течением времени.

Научное обеспечение проведения такого мониторинга должно объединять две группы критериев. Первую группу составляют оценки, основанные на статистической информации. Вторая группа состоит из оценок, основанных на результатах выборочных, в том числе и социологических исследований, а также экспертных опросов.

Первым этапом применения в педагогическом исследовании статистических методов выступает *сбор эмпирических данных* методами наблюдения, тестирования, эксперимента, анкетирования и других в целях получения количественных сведений о каких-либо явлениях.

Можно выделить следующие этапы наблюдения:

- определение задач и цели (для чего, с какой целью ведется наблюдение);

- выбор объекта, предмета и ситуации (что наблюдать);
- выбор способа наблюдения, наименее влияющего на исследуемый объект и наиболее обеспечивающего сбор необходимой информации (как наблюдать);
- выбор способов регистрации наблюдаемого (как вести записи);
- обработка и интерпретация полученной информации (каков результат).

В задачах научных исследований наблюдения занимают очень важное место. Однако единичное наблюдение может нести много особенного, свойственного только данному объекту и не отражающее общую природу интересующего явления. Например, при изучении успеваемости учащихся данного класса нельзя сделать объективные выводы на основе данных об успеваемости отдельного ученика. Поэтому для получения общей закономерности необходимо проведение большого числа наблюдений. Наблюдения должны быть осуществлены с учетом многих обстоятельств и специальным образом организованы.

Основным плюсом статистической информации является ее доступность, информативность, полнота и качество. Однако использование статистической информации основано на стандартизированном подходе к сбору статистических данных на региональном уровне. Именно соблюдение этого правила позволит создать полную базу данных, охватывающую различные аспекты педагогической проблемы и позволяющую осветить ситуацию. Это, в свою очередь, позволит повысить доверие лиц, ответственных за принятие решений, к имеющейся информации.

С другой стороны, необходимо отметить, что для решения многих задач оценки положения детей и нарушения их прав в режиме мониторинга только статистической информации недостаточно, так как она не может охватить все стороны жизнедеятельности семей и все факторы, на нее влияющие.

Этот пробел восполняет информация, получаемая на основе выборочных наблюдений, опросов самих детей и их родителей, а также экспертов, специалистов, педагогов. Такого рода информация необходима, так как только она может быть источником сведений, получить которые с помощью данных статистического учета невозможно. Прежде всего, это касается информации о таких сферах жизнедеятельности семей с детьми, как внутрисемейные взаимоотношения, факты насилия и жестокого обращения как в семье, так и в различных учреждениях (школах, медицинских учреждениях, интернатах и пр.), самооценка

детьми и родителями уровня жизни, доступности образовательных и других социальных услуг.

Показатели, отслеживаемые в режиме мониторинга, обладают различной степенью чувствительности к каким-либо изменениям. Показатели государственных расходов на социальные нужды (например, на охрану здоровья или образование) обычно менее инерционны, чем показатели, характеризующие состояние здоровья и питания. Показатели уровня развития личности меняются медленнее, чем показатели качества обучения или охвата детей образовательными программами. Следовательно, выбор показателей для мониторинга и периодичности их сбора имеет чрезвычайно важное значение. К сожалению, слишком часто учитываются, в первую очередь, такие критерии, как доступность данных, а не существенность параметра как такового или его актуальность для конкретной ситуации<sup>36</sup>.

#### *Источники статистической информации*

В ходе проведения педагогических исследований целесообразно использовать следующие источники информации, позволяющие получить объективную картину на основе комплекса количественных и качественных показателей:

- данные переписей населения;
- данные текущего государственного статистического учета (основанные на централизованных и децентрализованных формах сбора статистической информации);
- выборочные обследования, проводимые Росстатом;
- специально организованные выборочные исследования и экспертные опросы.

Статистические данные можно получить из ежегодных статистических сборников «Социальное положение и уровень жизни населения России», «Российский статистический ежегодник», «Регионы России», «Здравоохранение в России», на сайте Росстата <http://www.gks.ru>, а также на сайте Единой межведомственной информационно-статистической системы, содержащей статистические данные различных министерств и ведомств <http://www.fedstat.ru/indicators/start.do>.

Статистика как научная дисциплина и область практической деятельности опирается на количественные характеристики массовых

---

<sup>36</sup> Вульф Скотт. Человеческое развитие в зеркале статистики. Как читать цифры? UNDP, Братислава, 2006

явлений и процессов. В силу этого возможности ее в отражении ситуации в области соблюдения прав детей ограничены, и в значительной части случаев для получения объективной картины необходимо проводить выборочные обследования целевых групп респондентов. Это дает возможность учитывать мнения самих детей, их родителей, специалистов разного профиля (педагогов, социальных работников, медиков, психологов, сотрудников МВД), оценивающих проблемные ситуации в сфере образования, воспитания и социализации.

Остановимся несколько подробнее на перечисленных выше источниках информации, возможности использования данных в педагогических исследованиях.

**Переписи населения** проводятся в большинстве стран мира (заинтересованных в получении объективной информации о численности и социально-демографических характеристиках населения). В соответствии с рекомендациями статистической комиссии ООН, переписи проводятся раз в 10 лет и, желательно, в год, оканчивающийся на 0 или 9 (для международной сопоставимости данных). Последняя перепись населения проходила в России в 2010 г., следующая будет проводиться в октябре 2020 г.

В рекомендациях статистической комиссии ООН дается следующее определение переписей населения: «Перепись населения - единый процесс сбора, обработки, оценки, анализа и публикации демографических, экономических и социальных данных, относящихся на определенное время ко всем лицам в стране или ее четко ограниченной части».<sup>37</sup>

Из этого определения видно, что перепись населения является одним из основных видов статистической информации, позволяющих получить данные о численности, размещении населения, его социально-демографической структуре, а также специальные материалы о семейном составе и воспроизводстве населения, его миграции и социально-экономической мобильности, необходимые для развития всех направлений жизни общества и научного изучения населения.

Самые крупные из социально-демографических обследований носят название микропереписи. Проводятся они, как правило, в период между переписями населения. Крупными статистическими операциями являются микропереписи 1985 и 1994 гг., проведенные в нашей стране. Оба выборочных обследования охватили 5% населения

---

<sup>37</sup> Принципы и рекомендации в отношении переписей населения и жилого фонда. 1-ое пересмотренное изд. Нью-Йорк, 1999, XIV

страны. В 2015 г. в России была проведена микроперепись, охватывающая 1,7% населения страны. Цель микропереписей - охарактеризовать структурные компоненты населения в период между переписями.

В статистической практике используются следующие определения:

Семья – группа лиц, объединенным родством или свойством, совместным проживанием и общим бюджетом.

Домохозяйство – группа лиц, проживающих в одном жилом помещении или его части, совместно обеспечивающих себя пищей и всем необходимым для жизни, то есть полностью или частично объединяющих и расходующих свои средства. Эти люди могут быть связаны отношениями родства или отношениями, вытекающими из брака, либо быть не родственниками, либо быть и теми, и другими. Домохозяйства могут состоять из одного человека, живущего самостоятельно, обеспечивающего себя пищей и всем необходимым для жизни.

Частные домохозяйства – это домохозяйства, проживающие в индивидуальных домах, отдельных и коммунальных квартирах, общежитиях, гостиницах, традиционных жилищах (чумах, ярангах, юртах) и других помещениях, приспособленных для жилья.

Семейная ячейка – супружеская пара с детьми или без детей, или один из родителей с детьми. Семейные домохозяйства – это частные домохозяйства, в которых есть семейные ячейки.

Перепись населения – единственный источник информации о составе домохозяйств (семейной структуре населения). Надо сказать, что, начиная с микропереписи 1994 г. и переписи 2002 г. единицей наблюдения в ходе переписи выступает домохозяйство, а не семья. Поэтому по данным переписи можно судить именно о структуре домохозяйств (частных, семейных), а также семейных ячейках.

Перепись населения дает возможность получить представление о том, какова распространенность неполных и полных семей, многопоколенных семей, распределение семей по числу детей. Кроме того, именно по данным переписи можно судить о количестве зарегистрированных и незарегистрированных браков, в том числе по возрастам супругов.

В практической деятельности органы социальной защиты ведут учет многодетных семей, неполных семей, однако чаще всего этот учет осуществляется по заявительному принципу, исходя из критерия социального неблагополучия семей. Поэтому наиболее полную картину о количестве семей того или иного типа возможно получить, опираясь на

данные переписей населения. Эти данные размещаются в открытом доступе (в том числе в разрезе субъектов РФ) на сайте Росстата [http://www.gks.ru/free\\_doc/new\\_site/inspection/vpn/vpn\\_popul.htm](http://www.gks.ru/free_doc/new_site/inspection/vpn/vpn_popul.htm), а также на сайтах ряда территориальных органов государственной статистики.

Значительный объем статистической информации собирается с помощью форм статистического учета. Эти формы могут быть отнесены или к централизованным формам (предоставляемым организациями, предприятиями и учреждениями непосредственно в органы государственной статистики), или к нецентрализованным (формы представляются в заинтересованное ведомство и затем в сводном виде – в Росстат). При необходимости поиска нужной информации о специфике положения детей, семей с детьми, развития сети образовательных учреждений следует обращаться либо в территориальный орган государственной статистики, либо в ведомство, курирующее сбор определенных статистических форм. При этом следует иметь в виду, что публикуемая в открытом доступе, статистических сборниках, на сайте в Интернете информация – это лишь вершина своеобразного «статистического айсберга». Значительная часть информации публикуется крайне ограниченным тиражом, другие показатели могут быть представлены по запросу.

В целом действующая система статистического учета собирает обширную информацию и позволяет анализировать широкий спектр проблем жизнедеятельности детей и семей, затрагивающих сферу образования и воспитания, развитие сети образовательных учреждений. В частности, на основании данных учета естественного и миграционного движения населения мы можем судить о численности детей в возрасте до 18 лет (по однолетним возрастным интервалам), числе рождений (в том числе у несовершеннолетних матерей), браков (в том числе среди несовершеннолетних), разводов, смертности (в том числе по причинам), численности несовершеннолетних мигрантов.

Росстат и его территориальные органы во всех субъектах Российской Федерации проводят ряд масштабных выборочных обследований, материалы которых могут быть полезны при проведении исследований и образовательной сфере. В первую очередь, это обследования бюджетов домашних хозяйств (ОБДХ), проводимые ежеквартально и охватывающие 47 тыс. домохозяйств. Оценка уровня жизни населения России, в том числе детей, проводится в первую очередь, на основе данных этих обследований.

Главной целью обследования является получение подробных и сопоставимых данных по расходам домохозяйств. Программа бюджетного обследования позволяет собирать и использовать данные по различной смежной тематике. Так, на базе ОБДХ постоянно проводится обследование потребления продуктов питания, с IY квартала 1998 года - обследование потребительских ожиданий населения.

Программа ежеквартального опроса охватывает демографические характеристики, сферу приложения труда и доступ к системе социальной защиты, медицинского обслуживания и образования каждого из членов домашнего хозяйства. В программу включены вопросы об источниках доходов домохозяйства, производственной деятельности его членов, уточняющие вопросы о произведенных расходах.

Программа годового опроса включает в себя сбор данных о жилищных условиях домохозяйств и доступности объектов социальной инфраструктуры; о наличии предметов длительного пользования и доступа в Интернет, земельных участков и сельскохозяйственной техники. Собирается информация об оценке домохозяйствами своего финансового положения и качества жилищных условий.

На основании данных бюджетных обследований анализируется информация о потреблении продуктов питания, потребительских расходах домашних хозяйств.

В контексте педагогических исследований важно, что собираемая информация анализируется и публикуется в разрезе распределения домохозяйств по числу детей в возрасте до 16 лет: с 1 ребенком; с 2 детьми; с 3 детьми; с 4 и более детьми. А так же в соответствии с социально-демографической типологией домашних хозяйств, в частности: супружеская пара без детей (полная простая семья без детей), супружеская пара без детей с родственниками (полная сложная семья без детей), супружеская пара с детьми до 18 лет (полная семья с несовершеннолетними детьми), супружеская пара с детьми до 18 лет с родственниками (полная сложная семья с несовершеннолетними детьми), супружеская пара со взрослыми детьми и родственниками (полная простая/сложная семья со взрослыми детьми), мать (отец) с детьми до 18 лет (неполная простая семья с несовершеннолетними детьми), мать (отец) с детьми до 18 лет с родственниками (неполная сложная семья с несовершеннолетними детьми), мать (отец) со взрослыми детьми и родственниками (неполная простая/сложная семья со взрослыми детьми). Так, в 2013 году среди бедных домохозяйств 64,0% составляли домохозяйства с детьми.

Еще одно обследование, проводимое ежемесячно органами государственной статистики, может дать важную информацию в контексте соблюдения прав детей, возможностей для родителей сочетать работу и семью – обследования населения по проблемам занятости. Данные этого обследования среди прочих вопросов касаются распределения занятых по возрасту, полу, семейному положению, данные обследования затрагивают и вопросы неформальной занятости, безработицы.

Данные Обследования населения по проблемам занятости свидетельствуют, что на протяжении 2009-2014 годов уровень безработицы женщин в возрасте 20-49 лет имеющих детей дошкольного возраста сократился с 8,4% до 5,8%.

В последние годы Росстат значительно расширил круг проводимых выборочных обследований.

В 2011 г. и 2014 г. Росстат провел Комплексное обследование условий жизни населения. Задачами проведения исследования выступало получение статистических данных:

- об участии населения в трудовой деятельности, ее продолжительности, профессиональных, личных мотивациях и ограничениях участия в ней;
- об уровне обеспечения прав на социальную защиту и потребностей в социальном обслуживании;
- о качестве жилищных и бытовых условий проживания и намерениях по их улучшению;
- о наличии информационных и коммуникационных средств, способствующих интеллектуальному развитию;
- о пользовании услугами и удовлетворенности работой учреждений социальной сферы и транспорта;
- о безопасности производственной и непроизводственной сфер обитания;
- о причинах ограничений в удовлетворении жизненно важных потребностей.

Выборочное исследование «Влияние поведенческих факторов на состояние здоровья населения, проведенное в 2013 году, было направлено на изучение мнений респондентов о состоянии их здоровья, отношении к здоровью как ценности, качестве медицинских услуг, репродуктивных ориентациях, занятиях физической культурой, спортом и туризмом, культуре питания, распространенности вредных привычек - курения, употребления алкоголя, наркотических веществ и др.

Результаты исследования дополняют текущую статистику здравоохранения и уровня жизни, позволяя выявить отношение представи-



телей различных социально-демографических групп к собственному здоровью и способам его поддержания, оценить распространенность поведенческих факторов (привычек и стиля жизни), способствующих укреплению физического, репродуктивного и психического здоровья населения или, напротив, наносящих ему урон.

Основной целью проведения Выборочного наблюдения качества и доступности услуг в сферах образования, здравоохранения и социального обслуживания, содействия занятости населения в 2013 г. выступало получение статистической информации, отражающей фактические потребности населения в получении образовательных и медицинских услуг, социальном обслуживании, услуг в области содействия занятости населения, удовлетворенность населения объемом и качеством полученных услуг, их влияние на уровень благосостояния семей.

Вместе с тем значительная часть вопросов, касающихся соблюдения прав детей, требует проведения специальных выборочных исследований. В этом случае, при планировании собственного исследования, необходимо иметь в виду, что теоретическим и практическим обоснованием выборочного метода является закон больших чисел. Т.е. при достаточно большом числе изучаемых единиц средние показатели, характеризующие выборочную совокупность единиц, сколь угодно мало будут отличаться от средних показателей генеральной совокупности.

Репрезентативность (обоснованность) данных обследования, прежде всего, оценивается тем, как велика ошибка (погрешность) выборки, т.е. насколько средние показатели выборочной совокупности отклоняются от средних показателей генеральной совокупности.

Точность полученных результатов будет зависеть от объема выборочной совокупности, а также от колеблемости изучаемых признаков. Поэтому важно, чтобы при проведении выборочных исследований, необходимых для информационно-аналитического обеспечения деятельности уполномоченного по правам ребенка, объем выборочной совокупности был достаточным, определялся исходя из численности целевой группы, охватывал, по крайней мере, несколько сотен респондентов.

Так, необходимость получения данных для мониторинга участия детей в ходе Национальной стратегии в интересах детей в России<sup>38</sup> обуславливает проведение специальных выборочных обследований -

---

<sup>38</sup> Указ Президента РФ от 1 июня 2012 г. N 761 «О Национальной стратегии действий в интересах детей на 2012 - 2017 годы». Режим доступа: Электронный ресурс. Режим доступа: <http://base.garant.ru/70183566/#ixzz3QB3nN3D0>

опросов экспертов, сотрудников муниципальных органов власти, педагогов, детей. В ходе такого рода исследований можно отслеживать следующие индикаторы:

1. Число решений, в которых принимали участие дети - сбор микроданных (мнения детей).

2. Число решений, принятых по инициативе детей - независимые эксперты.

3. Доля в городском, муниципальном бюджете на выполнение решений, в которых принимали участие дети.

4. Среднее количество мероприятий, в котором лично участвует ребенок (или Доля детей, участвовавших хотя бы в одном мероприятии, направленном на позитивные изменения в районе их проживания, обучения) - микроданные.

5. Доля детей, считающих, что могут повлиять на положение дел в своей школе, районе.

6. Доля детей, считающих, что их право на участие нарушается, что их голос не слышен.

7. Доля детей, которые не хотят участвовать в принятии решений (в школе, районе, семье). Список причин, почему не хотят.

8. Численность проведенных консультаций с молодежью (анонимное анкетирование, независимые интервью, встречи), тематических публичных дискуссий (например, на темы социальных услуг для молодежи, потенциала молодых людей, возможности для самореализации в городе, с участием родителей и представителей муниципалитетов) – независимые эксперты.

9. Число партнеров конкретной организации и использование институциональной среды в развитии участия детей в принятии решений (например, советы ветеранов, музеи, депутаты и пр.).

10. Механизм работы школьного совета (выборный принцип или принцип назначения, круг вопросов, связь с сетевыми и городскими структурами и пр.).

11. Список проблем, которые, по мнению детей, можно решить в их школе, районе<sup>39</sup>.

---

<sup>39</sup> Методические рекомендации по развитию участия детей в принятии решений, затрагивающих их интересы в муниципальных образованиях. М.: Фонд поддержки детей находящихся в трудной жизненной ситуации, 2014. Электронный ресурс <http://www.fond-detyam.ru/upload/iblock/c8c/> Методические рекомендации по развитию участия детей в принятии решений, затрагивающих их интересы в муниципальных образованиях.pdf

В ряде случаев в ходе проведения педагогических исследований целесообразно обращение к международным базам данных – например, Международного бюро просвещения <http://www.ibe.unesco.org>, где можно найти обширную информацию о системе образования, в том числе дошкольном, критериях и показателях оценки обучения. Обширную информацию предоставляет сайт Организации Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры (ЮНЕСКО) <http://www.unesco.org/new/ru/unesco/>. Статистические данные характеризуют сферу образования, науки, технологии и инновации, культуры, коммуникаций и информации.

*Обзор некоторых форм статистической отчетности, содержащих информацию о положении детей*

Широкий круг статистических форм, содержащих информацию, характеризующую положение детей, их проблемы и оказываемую помощь, может быть полезен в ходе проведения педагогических исследований. Ознакомиться с перечнем действующих в России форм статистической отчетности и перечнем собираемых показателей можно на главной странице сайта Росстата, в разделе «Формы федерального статистического наблюдения».

Данный раздел носит характер своеобразного справочного материала, который позволит сориентироваться в многообразии функционирующих форм статистической отчетности, с учетом того, что часть их носит централизованный характер (обрабатывается в системе государственной статистики), часть - нецентрализованный (обрабатывается в системе министерств и ведомств и сводные итоги по согласованной программе разработки передаются в территориальные органы государственной статистики), часть – ведомственный (обработка ведется ведомствами, в Росстат передаются сводные итоги). В отношении каждой из перечисленных форм дается краткая информация о содержащихся в ней показателях. При необходимости на указанном выше сайте Росстата можно ознакомиться подробно со структурой формы и определить, какие показатели, помимо публикуемых в открытом доступе, могут понадобиться для оценки ситуации и сформировать соответствующий запрос.

Помимо рассматриваемых в данном разделе форм статистической отчетности, государственная система статистического наблюдения располагает большим объемом информации, позволяющим охарактеризовать проблемные ситуации в сфере образования и воспитания, положения детей, доступность для них учреждений социальной

инфраструктуры и ситуацию с обеспечением прав детей на развитие, услуги в области здравоохранения, отдых и досуг (в соответствии с Конвенцией о правах ребенка), а именно:

- форма № Д-12 «Сведения об обучающихся, выбывших из образовательных учреждений, реализующих программы общего образования» содержит информацию о причинах выбытия по классам обучения;

- форма № ОШ-1 «Сведения об учреждении, реализующем программы общего образования» содержит сведения о языке преподавания, численности обучающихся, выпускниках, составе обучающихся, включая обучающихся в специальных (коррекционных) классах для детей с ограниченными возможностями здоровья, сведения о сменности занятий, группах продленного дня, материально-технической базе учреждений, кружковой работе, углубленном изучении отдельных предметов, причинах выбытия;

- форма № ОШ-5 «Сведения о вечернем (сменном) общеобразовательном учреждении» содержит информацию о структуре учащихся и формах обучения, причинах выбытия, материально-технической базе учреждений;

- форма № ОШ-9 «Сведения о допрофессиональной и профессиональной подготовке обучающихся 8-11 (12) классов в учреждении, реализующем программы общего образования»;

- форма № 76-РИК «Сведения об учреждениях, реализующих программы общего образования» содержит сведения о сети учреждений, реализующих программы общего образования, контингенте обучающихся в учреждениях, реализующих программы общего образования, кружковой работе, дополнительных образовательных услугах;

- форма № Д-9 «Сведения о специальных (коррекционных) образовательных учреждениях для обучающихся, воспитанников с ограниченными возможностями здоровья и оздоровительных образовательных учреждениях санаторного типа для детей, нуждающихся в длительном лечении». Содержит сведения о структуре специальных образовательных учреждений, численности и структуре обучающихся (в том числе детей-сирот), численности персонала;

- форма № Д-13 «Сведения об учреждениях для детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей» включает информацию о сети учреждений для детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей, включая прошедшие реорганизацию, их кадровом потенциале. Отдельные разделы формы посвящены сети детских домов, самовольным уходам воспитанников, летнему отдыху воспитанников. Представлены сведения о воспитанниках, числе групп и мест, прибы-

тии и выбытии воспитанников (в учреждения высшего профессионального образования, в учреждения среднего профессионального образования, в учреждения начального профессионального образования, в специальные учреждения начального профессионального образования, на работу, в др. детские дома и школы-интернаты, под опеку, на усыновление, к родителям, в приемную семью, по прочим причинам);

- форма № 103-РИК «Сведения о выявлении и устройстве детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей». Форма содержит информацию об учете и устройстве детей в возрасте до 18 лет, оставшихся без попечения родителей, включая устройство детей на воспитание в семьи граждан (в том числе иностранных). Дано распределение устроенных детей по возрасту, отдельно выделены дети-инвалиды. Таблица формы посвящена численности граждан, желающих принять ребенка на воспитание в свои семьи (опекуны, усыновители). Подробно рассматриваются характеристики защиты прав детей в возрасте до 18 лет и лиц из числа детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей (лишение родительских прав; восстановление в родительских правах; численность детей, в защиту которых предъявлен иск в суд или предоставлены в суд заключения; число поступивших сообщений о нарушении прав детей; число выявленных случаев жестокого обращения с детьми; численность усыновителей, опекунов, попечителей, приемных или патронатных родителей, привлеченных к уголовной ответственности за совершение преступлений в отношении детей, принятых ими на воспитание в семью), представлены сведения о наличии специалистов по охране детства;

- форма № 1-НД «Сведения о численности детей и подростков в возрасте 7-18 лет, не обучающихся в образовательных учреждениях» содержит информацию о численности детей и подростков в возрасте 7-18 лет и численности несовершеннолетних, не обучающихся в образовательных учреждениях (по однолетним возрастным интервалам), в том числе представлено распределение численности несовершеннолетних, не посещающих образовательных учреждений по причинам сложившейся ситуации;

- форма № ВПО-1 Сведения об образовательной организации, осуществляющей образовательную деятельность по образовательным программам высшего образования позволяет получить представление о численности, структуре и ряде социально-демографических характеристик студентов, обучающихся в системе высшего профессионального образования.

В ходе проведения педагогических исследований, выявления факторов, формирующих среду педагогического учреждения и влияющих на результативность деятельности, могут быть использованы следующие сведения:

1. Численность детей в целом, а также по полу и возрасту, число рождений и смертей, браков несовершеннолетних. Большинство такого рода сведений можно получить из данных текущего учета населения, который организуется учреждениями ЗАГС и затем обрабатываются в системе органов государственной статистики, однако, возможно, потребуется разработка новых (или возобновление учета по старым) форм отчетности, например, для учета числа детей, оставшихся с одним родителем после развода. Стоит иметь ввиду, что возможности демографической статистики достаточно широки, в частности, возможно получение информации о распределении родившихся детей по брачному состоянию матери, в том числе среди родившихся вне зарегистрированного брака с распределением на зарегистрированных по заявлению обоих родителей или только по заявлению матери.

Данные текущего учета публикуются Росстатом в ежегодных статистических сборниках, наиболее полная информация, касающаяся демографических характеристик, представлена в таких изданиях как: «Демографический ежегодник России», «Дети России» (к сожалению, это весьма информативная публикация не является периодической, а подготовлена одновременно по заказу ЮНИСЕФ), «Российский статистический ежегодник», «Регионы России». Оперативная статистическая информация публикуется в различных бюллетенях, выходящих ежеквартально, а также на сайте Росстата [www.gks.ru](http://www.gks.ru) в разделе «Население».

Однако, некоторые данные, в том числе, о социально-демографической структуре населения, а также специальные материалы о семейном составе и воспроизводстве населения, его миграции и социально-экономической мобильности, необходимые для анализа всех категорий детей и их семей с точки зрения семейного благополучия, своевременного выявления и формулирования тех или иных закономерностей, касающихся нарушения прав детей, реально получить лишь при проведении переписи населения. Это наиболее полный источник данных о населении как в целом, так и по тем его категориям, которые представляют наибольший интерес при составлении докладов уполномоченных по правам ребенка. Однако, переписи проводятся лишь раз в 10 лет, такая информация зачастую устаревает и не отражает всех произошедших изменений и может служить лишь в качестве ориентира при анализе проблем, но требует каких-либо специальных дополнений.

Таковыми могут стать выборочные обследования каких-либо категорий семей, а также ведение единого реестра (банка данных) учета по всем категориям детей и подростков, с учетом типа семьи, без которого нельзя отслеживать возможные нарушения их прав, судить о степени их охвата теми или иными социальными услугами. В силу затратности ведения такой базы данных возможно ведение ее лишь по детям из тех семей, у которых велика вероятность попадания в трудную жизненную ситуацию, а также в такой реестр необходимо включить детей, проживающих в различных учреждениях.

### *Данные об уровне жизни*

При анализе ситуации в сфере социализации детей и подростков анализ сведений об уровне жизни семей с детьми должен занимать одну из ключевых позиций в силу ряда российских особенностей. Анализ масштабов, глубины и профиля бедности, указывает на то, что дети отличаются самыми высокими рисками и глубиной бедности. Однако свидетельства, основанные на данных социальной статистики и каждодневном опыте, говорят о том, что те, кто вырастают в бедности, находятся в явном и ощутимо невыгодном положении. Следовательно, высокий уровень детской бедности является недвусмысленным противоречием равенства возможностей.<sup>40</sup>

Наиболее распространенными показателями, характеризующими уровень жизни детей, являются данные о доходах и расходах семей с детьми (с учетом источников доходов направлениях расходов, а также числа детей в семье) в территориальном разрезе, показатели занятости родителей, имеющих несовершеннолетних детей, а также характеристика жилищных условий, обеспеченности семей имуществом длительного пользования как характеристики, отражающей длительную связь доходов и реального потребления. Кроме того, необходимы сведения о величине прожиточного минимума и доле населения (с учетом различных его категорий), проживающих за чертой бедности, показатели неравенства доходов, уровни потребления бедных и крайне бедных семей. Возможные меры помощи семье можно оценить через такие показатели: количество учреждений помощи семье и детям, количество обслуженных семей с детьми, размеров имеющихся пособий и соотношения их с величиной прожиточного минимума.

Эти данные можно получить из ежегодных статистических сборников, например, «Социальное положение и уровень жизни населения

---

<sup>40</sup> Овчарова Л.Н., Попова Д.О. Детская бедность в России. Тревожные тенденции и выбор стратегических действий. М., ЮНИСЕФ, 2005

России», «Российский статистический ежегодник», «Регионы России», а также статистических бюллетенях «Доходы, расходы и потребление домашних хозяйств», «Реализация мер социальной поддержки отдельных категорий граждан», «Социально-экономические индикаторы бедности», «Потребление продуктов питания в домашних хозяйствах».

Главным недостатком данной информации является то, что в большинстве случаев она представлена только в разрезе всех домохозяйств с детьми. Специфику положения семей различных типов (полных-неполных, простых-сложных, кровных-замещающих) отследить по этим данным практически невозможно, что мешает своевременно выделить группы семей, в которых чаще всего нарушены права детей на благополучное развитие.

Кроме этого, используя данные официальной статистики, невозможно выявить уровень субъективной бедности семей и детей в частности. Для этого необходимо использовать материалы социологических опросов семей различных категорий. Прежде всего, на их основе можно рассчитать такие показатели как: доля детей, оценивших материальное благополучие семьи низко и очень низко (например, по пяти балльной шкале), доля детей, считающих, что они питаются плохо или вообще недоедают, доля детей, которым постоянно отказывают в покупке тех или иных вещей (конечно, эти данные можно получить только в семьях, где есть дети старше определенного возраста), охват семей мерами социальной помощи, доля детей, не имеющих отдельной комнаты и т.п.

В настоящее время Росстатом ведется разработка Методологических положений по расчету основных показателей социально-экономической дифференциации и бедности, включающих социальные индикаторы для оценки бедности на основе лишений.

Необходима более полная база данных (прежде всего статистических) о характере и масштабах детского труда, в разрезе пола, возраста, рода занятий, отраслям экономической деятельности.

Недостаточно информации об информированности семей о мерах по оказанию им социальной помощи, в том числе по различным категориям семей, количества средств, выделенных бюджетами различного уровня на помощь семьям.

*Информация, характеризующая образование, отдых и досуг детей*

Это направление в исследования является весьма важным: недостаточный уровень образования самым негативным образом сказывается на социализации детей и подростков, на возможности достойного трудоустройства в будущем. Обеспечение равных возможностей получения образования представителями всех социальных слоев является



важнейшим условием формирования социальной стабильности общества, однако это право детей, закрепленное, в том числе и в Конвенции по правам ребенка, до сих пор нередко нарушается.

Для оценки ситуации в сфере образования, отдыха и досуга детей может использоваться следующая статистическая информация: количество учреждений образования (в т.ч. детских садов, школ, лицеев, гимназий, школ для детей с ограниченными возможностями здоровья, школ открытого и закрытого типа, учреждений начального профессионального образования, учреждений дополнительного образования и т.д.), число учащихся в этих учреждениях. Что касается культурно-досуговой сферы, то наиболее часто применяются такие показатели как: число театров, библиотек, детских кинотеатров, стадионов и спортивных площадок, бассейнов, посещаемость этих учреждений.

Также широко используются для анализа данные о количестве детских летних лагерей по их видам, количеству отдохнувших в них детей, стоимости путевок.

При помощи статистических показателей возможно отследить отдельные проблемы, присущие российской системе образования. Для этого можно использовать такие показатели как: сменность школ, число учреждений в аварийном состоянии, в которых нет надлежащих условий для образования и воспитания детей, очередь на место дошкольное образовательное учреждение, расходы семей на образование детей, доля детей старше 7 лет, вообще не посещающих образовательные учреждения. Отдельные показатели представлены в табл. 2.1. Источников информации служат данные ежегодных статистических сборников, как «Социальное положение и уровень жизни населения России», «Российский статистический ежегодник», «Регионы России», «Образование в России».

**Таблица 2.1 - Основные показатели профессионального образования**

<b>Показатели</b>	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
Число профессиональных образовательных организаций, осуществляющих подготовку квалифицированных рабочих, служащих,	3893	3392	2356	2040	1719	1271
в них студентов тыс. человек	1679	1509	1007	921	838	774

*Продолжение таблицы 2.1.*

Показатели	2000	2005	2010	2011	2012	2013
Численность студентов, обучающихся по программам подготовки квалифицированных рабочих, служащих, на 10 000 человек населения	115	105	70	64	58	54
Прием на обучение по программам подготовки квалифицированных рабочих, служащих, тыс. человек	845	688	609	533	499	451
Выпущено квалифицированных рабочих и служащих:						
всего, тыс. человек	763	703	581	517	484	436
на 10 000 занятых в экономике, человек	118	105	86	76	71	61
Число профессиональных образовательных организаций, осуществляющих подготовку специалистов среднего звена	2703	2905	2850	2925	2981	2709
Численность студентов в профессиональных образовательных организациях, обучающихся по программам подготовки специалистов среднего звена, тыс. человек	2361	2591	2126	2082	2087	1984

*Продолжение таблицы 2.1.*

Показатели	2000	2005	2010	2011	2012	2013
Численность студентов, обучающихся по программам подготовки специалистов среднего звена, на 10 000 человек населения	162	181	149	146	146	138
Прием на обучение в профессиональные образовательные организации по программам подготовки специалистов среднего звена, тыс. человек	867	854	705	660	656	638
Выпущено специалистов среднего звена из профессиональных образовательных организаций, тыс. человек	579	684	572	518	486	439
Выпущено специалистов среднего звена, на 10 000 занятых в экономике, человек	90	103	85	76	72	62
Число образовательных организаций высшего образования	965	1068	1115	1080	1046	969
Численность студентов, обучающихся по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры в образовательных организациях высшего образования, тыс. человек	4741	7065	7050	6490	6075	5647

*Продолжение таблицы 2.1.*

Показатели	2000	2005	2010	2011	2012	2013
Численность студентов, обучающихся по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры, на 10 000 человек населения	324	493	493	454	424	393
Прием на обучение по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры в образовательные организации высшего образования, тыс. человек	292	640	399	207	298	247
Выпущено бакалавров, специалистов, магистров из образовательных организаций высшего образования, тыс. человек	35	152	468	443	397	291
Выпущено бакалавров, специалистов, магистров, на 10 000 занятых в экономике, человек	9	72	17	13	06	81
Охват молодежи образовательными программами среднего профессионального и высшего образования, процентов	0,5	5,0	3,8	2,6	1,8	0,8

Однако мало внимания при сборе статистических данных уделяется уровню и качеству образования детей: например, были бы полезны такие данные, как: средний уровень грамотности, полученных навыков чтения и понимания текста, средний уровень математической грамотности, средняя успеваемость по другим предметам, эти же показатели в отдельности по детям мигрантов. Мало внимания уделяется правовому просвещению детей, уровень знаний детей по этому вопросу почти невозможно отследить.

Очень важной является и социологическая информация, в том числе и опросы экспертов (педагогов, социальных работников) касающаяся, прежде всего, удовлетворенности уровнем образования, оценка детьми своей школы или иного учебного заведения, взаимоотношений в школе со сверстниками и учителями, уровень затрат родителей на образование детей и т.п. В отношении летнего отдыха детей весьма информативными могут быть такие данные, полученные в ходе социологических опросов, как возможности летнего отдыха, величина затрат на отдых, удовлетворенность отдыхом.

### Раздел 3. Педагогическое тестирование как критерий эффективности педагогического процесса

Законом «Об образовании в Российской Федерации» установлено наличие в федеральных государственных образовательных стандартах требований к результатам освоения основных образовательных программ.<sup>41</sup> Данное требование обосновывает необходимость внедрения системы оценки качества освоения студентами основной образовательной программы высшего профессионального образования по соответствующему направлению подготовки (специальности), призванной, в первую очередь, обеспечивать повышение эффективности педагогического процесса в высшем учебном заведении. В свою очередь система оценки качества предполагает наличие оценочных средств по дисциплинам, которые представляют собой совокупность контролирующих материалов (контрольных работ, тестов, индивидуальных и типовых заданий и других методов контроля), позволяющих измерять уровень приобретения студентами необходимых знаний, умений, навыков и уровень сформированности компетенций. Среди совокупности оценочных средств в современных условиях социально-экономического развития общества и в частности развития сферы образования особое внимание уделяют тестированию, которое в педагогическом процессе представляет собой наиболее высокотехнологичное и объективное средство для определения степени достижения студентом установленных результатов обучения.

Отметим, что среди общественности и в науке мнения в отношении применения педагогического тестирования в качестве оценки в образовании достаточно полярны: от горячего одобрения до резкой критики, а то и обостренного неприятия. В этой связи особую значимость приобретает осмысление места и роли педагогического тестирования в педагогическом процессе с учетом как уже зафиксированных, так и постепенно выявляющихся его преимуществ.

Применение педагогического тестирования как критерия эффективности педагогического процесса сегодня отвечает современным потребностям информационного общества, так как является чуть ли не единственным средством контроля знаний учащихся, которое может

---

<sup>41</sup> Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями) – Режим доступа: <http://base.garant.ru/70291362/2/#ixzz3sP16vVPP>

быть полностью автоматизированным с учетом совершенствования и развития образовательных технологий. Процесс интеграции информационно-коммуникационных технологий в сферу образования предопределил целый ряд важнейших преимуществ педагогического тестирования в сравнении с другими оценочными средствами. Эти преимущества, основанные на возможностях внедрения тестирования в электронное обучение, прежде всего, сводятся к получению объективной и реальной оценке выполненных заданий, а также к безусловной возможности прохождения тестирования в электронной форме в удобное время и вне зависимости от территориального нахождения учащегося, что приобретает особую значимость с всевозрастающей мобильностью общества.

Проблема исключения субъективности в оценке и проверке знаний является одной из наиболее значимых при получении информации для принятия эффективных решений в области планирования и корректировки педагогического процесса. В определенной мере субъективность оценки знаний связана с недостаточной разработкой методов контроля системы знаний. Зачастую оценка знаний курса (модуля), его темы или части основана на проверке отдельных, а порой второстепенных элементов, усвоение которых в полной мере не может отражать овладение всей системой формируемых знаний, умений, навыков и компетенций. Количество, последовательность и сложность вопросов (особенно дополнительных при проведении устного контроля знаний) определяют проблему сравнения задания по их диагностической ценности. При этом небольшое число вопросов не позволяет охватить проверкой весь курс или тему. Особую роль в данном вопросе играют факторы психологического, педагогического, этического, ценностного характера педагога, личные качества (принципиальность, чувство ответственности) педагога. Каждый из экзаменаторов имеет свое суждение о знаниях учащихся, свои методы и критерии их оценки, что оказывает существенное влияние на общий результат. Педагоги при оценивании могут бессознательно допускать следующие ошибки:

- ✓ ошибки «великодушия», или «снисходительности», проявляющиеся в выставлении завышенных оценок (баллов),
- ✓ ошибки «центральной тенденции» проявляются у педагогов в стремлении избежать крайних оценок (баллов);
- ✓ ошибки «ореола», связанные с известной предвзятостью педагогов и проявляющиеся в тенденции оценивать положительно тех

учащихся, к которым они лично относятся положительно, соответственно отрицательно оценивать тех, к которым личное отношение отрицательное;

✓ ошибки «контраста» при оценивании других людей состоят в том, что знания, качества личности и поведение обучающегося оцениваются выше или ниже в зависимости от того, выше или ниже выражены те же характеристики у самого педагога (например, менее собранный и организованный преподаватель будет выше оценивать обучающихся, отличающихся высокой организованностью, аккуратностью и исполнительностью);

✓ ошибка «близости» находит свое выражение в том, что педагогу трудно сразу после двойки (минимального балла) ставить пятерку (максимальный балл) и наоборот, а при неудовлетворительном ответе «отличника» педагог склонен пересмотреть свою отметку в сторону завышения;

✓ ошибки «логики» проявляются в вынесении сходных оценок разным психологическим свойствам и характеристикам, которые кажутся им логически связанными (типичными являются ситуации, когда за одинаковые ответы по курсу (модулю) нарушительно дисциплины и дисциплинированному учащемуся выставляют разные оценки (баллы), когда педагоги с хорошим почерком отдают предпочтение «каллиграфистам», т.е. учащимся с красивым почерком; когда чувствительные к правильному произношению педагоги несправедливо наказывают обучающихся с дефектами речи и т.п.).<sup>42</sup>

Таким образом, педагогический субъективизм выступает одним из основных факторов роста предпочтения учащимися такой формы контроля их знаний, как тестирование, в участие педагогов минимизировано.

В этой связи следует отметить, что объективность педагогического тестирования как критерия эффективности педагогического процесса базируется на реализации трех ключевых принципов (рис.3.1).

---

<sup>42</sup> Психология и педагогика: педагогический контроль и оценка качества образования – Режим доступа: <http://www.ido.rudn.ru/fbec/psych/ps17.html>



## Принципы педагогического тестирования



Рисунок 3.1 - Основные принципы педагогического тестирования

Оценочное тестирование является эффективным методом исследования, который позволяет не только выявить уровень знаний студента, но и показывает конкретные вопросы, вызывающие затруднения и требующие особого внимания, то есть диагностирует проблемы учащихся. Следовательно, на основании педагогического тестирования возможно не только осуществление оценки достижений студентов в процессе изучения дисциплины с выделением положительных или отрицательных результатов, но и при его использовании в качестве текущего контроля успеваемости планирования предупреждающих или корректирующих мероприятий. Это означает, что педагогическое тестирование отвечает главной цели оценки в образовании – получению информации для принятия эффективных решений.

В этой связи возникает необходимость подробного рассмотрения понятия и сущности педагогического тестирования. В науке приводится множество самых разнообразных трактовок понятия тест: от толкований, основанных на переводе с английского слова «test» (проба, испытание, проверка) до попыток научного истолкования сущности тестов.

В обществе сформировано упрощенное восприятие понятия «тест», представленного простым выбором одного ответа на вопрос из нескольких предложенных и сгенерированного с учетом многочисленных публикаций в средствах массовой информации под названием «Тесты». Но по сути это в большей своей части не тесты, а нечто внешне похожее на них.

Отметим, что в практике существует множество видов тестов, поэтому возникает проблема формулировки универсального определения, которая охватывала бы их все. В свою очередь отсутствие единого четкого понимания сущности тестов явилось причиной различий в отношении к тестам.

Традиционный тест – это оценочное средство, представляющее собой формальную, стандартизованную процедуру диагностики уровня и структуры подготовленности учащегося. Формальность характеризуется планируемостью проведения тестирования, то есть заблаговременное определение его сроков. Стандартизация процедуры проведения оценивания определяется одинаковым набором заданий для всех испытуемых, равным временем на их выполнение, одинаковыми условиями и одинаковыми правилами оценивания ответов. Первостепенной целью применения традиционных тестов является ранжирование (установление отношения порядка) испытуемых по уровню проявляемых при тестировании знаний. И на этой основе определить место (или рейтинг) каждого на заданном множестве тестируемых испытуемых. Для достижения этой цели можно создать бесчисленное количество тестов, и все они могут соответствовать достижению поставленной задаче. В этой связи возникает вопрос, связанный с выбором наилучшего теста из практически неограниченного множества всех возможных тестов. Каждый тест может отличаться от других по числу заданий и другим характеристикам. С прагматической точки зрения выгодней делать тест, имеющий сравнительно меньшее число заданий, но обладающий большинством достоинств, присущих более длинным, как говорят в зарубежной теории, тестам. Понятие "длина теста" введено в начале XX века Ч. Спирменом и обозначает, на русском языке, количество заданий в тесте. Чем длиннее тест, тем больше в нем заданий. От числа заданий некоторым образом зависит точность педагогического измерения.

В тест стараются отобрать минимально достаточное количество заданий, которое позволяет сравнительно точно определить уровень и структуру подготовленности. Интерпретация результатов тестирования ведется преимущественно с опорой на среднюю арифметическую и на

так называемые процентные нормы, показывающие, - сколько процентов испытуемых имеют тестовый результат худший, чем у любого другого испытуемого. Такая интерпретация тестовых результатов называется нормативно-ориентированной. В соответствии с этим педагогический тест определяется как система заданий возрастающей трудности, специфической формы, позволяющая качественно и эффективно измерить уровень и оценить структуру подготовленности учащихся.<sup>43</sup>

В соответствии с приведенным понятием педагогического тестирования как критерия эффективности педагогического процесса мы можем выявить три основных отличительных параметра.

Первый - системность, характеризуется принадлежностью заданий к одной и той же системе знаний (т.е. к одной учебной дисциплине (модулю) или к одной ее теме, возможно и в целом к одной основной образовательной программе), их связь и упорядоченность.

Второй - возрастающая трудность, определяющаяся величиной доли неправильных ответов (эмпирически) и (или) предполагаемым числом и характером умственных операций, необходимых для успешного выполнения заданий. В классической теории тестов многие годы рассматривались только эмпирические показатели трудности. Сегодня педагогическое тестирование, нацеленное на оценку эффективности педагогического процесса, большое внимание стало уделяться характеру умственной деятельности учащихся в процессе выполнения тестовых заданий различных форм.

Третий - специфичность формы тестовых заданий, заключающаяся в представлении таких заданий в виде утверждений, которые в зависимости от ответов испытуемых превращаются в истинные или ложные, позволяющие кодировать ответы двоичным кодом (1 – истинно; 0 – ложно), что упрощает процесс технической обработки информации.

В соответствии со всем вышесказанным, педагогическое тестирование как оценочное средство дает возможность получить объективные оценки уровня знаний, умений, навыков и компетенций, проверить соответствие требований к подготовке выпускников заданным стандартам, выявить пробелы в подготовке студентов. Многие другие традиционные формы оценивания и методы контроля знаний уступают педагогическому тестированию по позициям объективности, измеримости, научности, репрезентативности и технологичности. Указанное

---

<sup>43</sup> Аванесов В.С. Теория и практика педагогических измерений (материалы публикаций) – Режим доступа: <http://viperson.ru/data/200812/fbjbjxjklmjuje.pdf>

не означает, что при применении тестирования прочие методы оценивания учащихся, прежде всего в текущем учебном процессе, должны быть отменены. Однако в последние годы, с учетом процесса интеграции информационно-коммуникационных технологий во все сферы общественной жизни, всё большее распространение приобретает адаптивный контроль, основанный на тестовой оценке эффективности педагогического процесса.

При всех указанных положительных доводах об использовании педагогического тестирования в качестве критерия эффективности у педагогического сообщества до сих пор имеется скептическое мнение об их необходимости, сформированное существованием большого числа абсолютно безграмотного с точки зрения педагогических измерений контрольного материала, который именуется тестами.

Создание качественных тестов основано на требовании профессионального подхода со стороны их авторов в связи со сложностью, специфичностью и большим объемом такой работы. При разработке тестов необходимо учитывать их особенности как метода оценки, которые заключаются в следующем:

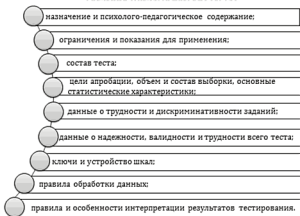
- ✓ тесты обеспечивают измерения;
- ✓ служат всем задачам оценки (а именно, позволяют: и планировать дальнейшее обучение, и ранжировать учащихся, разделять их на группы, и обеспечить обратную связь, и повысить у учащихся мотивацию к учебе, и диагностировать проблемы учащихся, и оценить академические успехи учащихся (выставить оценки));
- ✓ являются формальной (планируемой заранее) и стандартизированной (с различной степенью стандартизации в зависимости от цели оценки и сферы ее использования) оценкой;
- ✓ по типу оценки являются либо оценкой во время обучения (позволяющей планировать и проводить обучение, диагностировать проблемы и т.д.), либо официальной оценкой (оценкой академических успехов учащихся);
- ✓ используют компьютерные (либо письменные) методы сбора информации.

Стандартизация педагогических тестов выступает необходимым условием создания качественного научно обоснованного диагностического инструментария оценки эффективности педагогического процесса. В этой связи никакой контрольный материал, оценивающий результаты обучения, без соответствующего методического обеспечения не может быть признан тестом. Методические рекомендации (инструкции) к качественным характеристикам педагогического теста могут

быть представлены в виде требований к тестам, обеспечивающим всем испытуемым равные условия, то есть отвечающим, прежде всего, таким принципам как справедливость и надежность.

Методическое обеспечение педагогического теста должно включать, прежде всего, все сведения о тесте и условиях его проведения, которые необходимо иметь пользователю для оценки его качества (рис.3.2).

#### СВЕДЕНИЯ О ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ТЕСТАХ



**Рисунок 3.2 - Основные сведения, отражающиеся в методологических рекомендациях к педагогическому тестированию**

Только при наличии методических рекомендаций с данными о тестировании оно в полной мере может быть признано оценочным средством. При этом использовать педагогическое тестирование для определения эффективности результатов обучения следует при неуклонном соблюдении утвержденных методических рекомендаций, что полностью отвечает критерию объективности.

Современные системы адаптивного контроля результатов обучения, основанные на внедрении информационных технологий в педагогический процесс, определили основные параметры, необходимые для отражения в требованиях к тестам.

*1. В каждом педагогическом тесте должны быть указаны условия его проведения:*

— описание теста (указываются темы, по которым представлены вопросы);

— выборка вопросов (указывается количество вопросов, которые нужно выбирать из общего числа вопросов теста или отдельно по каждой теме);

— проходной балл (в процентном или абсолютном выражении указывается минимальный балл, который должны набрать студенты для того, чтобы тест считался успешно завершенным);

— время на тест (указывается время в минутах, в течение которого студент сможет ответить на тест, т.е. время для того количества вопросов, которое определено в выборке вопросов);

— блокировка (по умолчанию указывается «ДА», это означает, что после даты окончания публикации теста в системе испытуемые не могут его сдать, даже если не использовали ни одной попытки в срок; повторная попытка может выдаваться по решению педагога; в случае если указывается «НЕТ», то испытуемые будут видеть тест и иметь возможность его сдать до тех пор, пока назначение не будет завершено);

— количество попыток (указывается количество попыток для сдачи теста, если есть необходимость в ограничении возможности для сдачи теста);

— тест для самопроверки (указывается «ДА», если предоставляется бесконечное число попыток на тест в течение срока его действия; в случае, когда в пункте «количество попыток» определено число попыток, в данном пункте автоматически указывается «НЕТ»;

— автозавершение (указывается «ДА», в случае если попыток более одной или тест предназначен для самопроверки и не предоставляется возможность набирать большее количество баллов с каждой новой попыткой, при этом автоматически указывается «ДА», если в пункте «количество попыток» указана 1 попытка);

— строгий контроль (указывается «ДА», если испытуемому не предоставляется возможность поиска ответов на вопросы в процессе тестирования (отсутствие возможности открытия других окон на компьютере во время прохождения тестирования: Интернет, ICQ, файлы из электронной среды обучения, обновление антивируса и т.д.).

2. В педагогических тестах должны быть представлены требования к представлению тестовых заданий. Среди основных из них:

- требование утвердительной формулировки тестовых вопросов;
- требование выделения верных ответов (например, верные ответы выделяются цветом или обозначаются звездочкой в начале строки;

- требование представления картинок в тестовых вопросах в формате .jpeg либо .gif для наилучшего совпадения формата картинок в системе тестирования;

- требование к представлению математических формул в программе в редакторе формул документа MS Word;

- требование к оформлению тестовых вопросов.

В отношении требований к оформлению тестовых заданий в методических рекомендациях должны быть представлены примеры по каждому типу теста. Основные требования к тестовым заданиям различаются в зависимости от типов вопросов.

**Тип вопроса «Один из многих»** представляет собой тестовое задание закрытой формы с выбором одного правильного ответа или с единичным выбором и характеризуется наличием к заданию готовых ответов на выбор (обычно один правильный и остальные неправильные). При использовании этой формы следует руководствоваться правилом: в каждом задании с выбором одного правильного ответа правильный ответ должен быть.

**Пример 3.1:**

*Выберите верный ответ:*

неверный ответ на вопрос

неверный ответ на вопрос

\*верный ответ на вопрос

неверный ответ на вопрос

**Тип вопроса «Многие из многих»** – тестовое задание закрытой формы, предполагающее выбор нескольких правильных ответов или множественный выбор. Подобная форма заданий не допускает наличия в общем перечне ответов следующих вариантов: «все ответы верны» или «нет правильного ответа».

**Пример 3.2:**

*Выберите верные ответы:*

неверный ответ на вопрос

\*верный ответ на вопрос

\*верный ответ на вопрос

неверный ответ на вопрос

В тестовых заданиях закрытой формы в каждом вопросе должно быть представлено от 4 до 7 вариантов выбора (дистракторов). Если дистракторов мало, то возрастает вероятность угадывания правильного ответа, если слишком много, то делает задание громоздким. Кроме того, дистракторы в большом количестве часто бывают неоднородными, и тестируемый сразу исключает их, что также способствует угадыванию. Дистракторы должны быть приблизительно одной длины. Не допускается наличие повторяющихся фраз (слов) в дистракторах.

**Тип вопроса «Соответствие»** - тестовое задание, состоящее из двух групп элементов и четкой формулировки критерия выбора соответствия между ними.

Соответствие устанавливается по одному из принципов:

— 1:1 (одному элементу первой группы соответствует только один элемент второй группы);

— 1:M (одному элементу первой группы соответствуют M элементов второй группы, при этом внутри каждой группы элементы должны быть однородными, количество элементов второй группы должно превышать количество элементов первой группы, максимальное количество элементов второй группы должно быть не более 10, первой группы – не менее 2).

Пример 3.3:

Установите соответствие:

верное	утверждение
верное	утверждение
верное	утверждение

**Тип вопроса «Упорядочение»** - это тестовые задания на установление правильной последовательности, предполагающие наличие однородных элементов некоторой группы и четкой формулировки критерия их упорядочения этих элементов.

Пример 3.4:

Расположите в порядке (логическом, хронологическом, убывания, возрастания и т.д.):

Первый

Второй

Третий

**Тестовое задание открытой формы (типы вопросов: «Поле ввода» и «Эссе»)**, характеризуется отсутствием готовых ответов с выбором. Такие задания требуют сформулированное самим тестируемым заключение. Задания открытой формы имеют вид неполного утверждения, в котором отсутствует один или несколько ключевых элемен-



тов (число, буква, слово или словосочетание). Утверждение превращается в истинное высказывание, если ответ совпадает с ключом и в ложное высказывание, если ответ с ключом не совпадает. В ключе по таким заданиям необходимо указывать все возможные варианты правильного ответа, так как отклонения от эталона (правильного ответа) могут быть зафиксированы проверяющим как неверные. Особенно это важно при применении технологии компьютерного тестирования.

Пример 3.5 (тип вопроса «Поле ввода»):

Введите ответ ниже в поле (если ответ является продолжением вопроса, то выделите ответ цветом)

Пример 3.6 (тип вопроса «Эссе»):

Введите ответ ниже в поле (если ответ содержит более двух слов, то его указывать не нужно)

Отметим, что каждая из рассмотренных форм тестовых заданий имеет свои достоинства и недостатки по тем или иным параметрам (табл.3.1).

**Таблица 3.1 - Сравнительные характеристики форм тестовых заданий**

Характеристики форм педагогического тестирования	Задания закрытой формы	Задания с контролируемым регламентированным ответом	Задания открытой формы
Проверка знания фактологического материала	Годятся	Годятся	Годятся, но обычно не используются из-за трудностей оценки результата
Проверка умений применения знаний по образцу (репродуктивный уровень)	Годятся	Годятся, но обладают ограниченными возможностями по охвату умений	Годятся
Проверка умений применения знаний в незнакомой ситуации (продуктивный уровень)	Не годятся	Не годятся	Годятся

Характеристики форм педагогического тестирования	Задания закрытой формы	Задания с конструируемым регулируемым ответом	Задания открытой формы
Исключение эффекта угадывания	Нет	Есть	Есть
Простота при оценке результата выполнения	Есть	Есть отчасти	Нет (оценка крайне сложна)
Объективность в оценке результата выполнения	Есть	Есть отчасти	Нет (оценка результатов крайне субъективна)
Исключение фактора ошибок испытуемых при написании ответов	Есть	Нет	Нет
Возможность оригинального ответа	Нет	Нет	Есть

3. В каждом педагогическом тесте должны быть указаны критерии оценки.

К тестовым заданиям прилагаются разработанные педагогом и утвержденные экспертами критерии оценки по каждому тесту. При этом важно указывать как количество баллов, так и соответствующую баллу традиционную оценку.

Отметим, что на практике критерии оценки определяют сами разработчики тестов.

В исследовании были апробированы различные варианты критериев для оценки результатов тестирования, наиболее эффективной с позиции как педагогической, так и статистической явилась система, включающая десять единиц (табл.3.2). При этом отметим, что рассматриваемые десять единиц на практике могут применяться в соответствии с интервалом предусмотренного балла за тестирование в учебной программе по дисциплине (модулю). Например, в данной системе есть возможность увеличивать проходной балл, то есть при выполнении теста на 60% минимальный балл может быть не 2, а больше (3 или 4,

или 5 и т.п.), что приводит к соответствующему увеличению всех градаций и максимального балла.

**Таблица 3.2 - Соотношение между результатами успешности выполнения теста и оценочными эквивалентами (шкала десяти единиц)**

Процент выполнения теста	Балл	Лексико-оценочный эквивалент балла	Традиционная оценка	Зачтено/не зачтено
менее 60	1	Неудовлетворительно	Неудовлетворительно	не зачтено
60-64	2	Малоудовлетворительно	Удовлетворительно	зачтено
65-69	3	Удовлетворительно		
70-74	4	Ниже среднего		
75-79	5	Средняя оценка	Хорошо	
80-84	6	Выше среднего		
85-89	7	Хорошо		
90-94	8	Очень хорошо	Отлично	
85-99	9	Отлично		
100	10	Высшая		

В случае если размах вариации балльной оценки за тестирования меньше или больше исходного по таблице, то единица балла подлежит корректировке на соответствующий коэффициент равный отношению фактического размаха вариации балльной оценки к исходному. Например, если за тестирование предусмотрен минимальный балл 4, а максимальный – 8, то фактический размах вариации получаемого балла составит 4 (8-4), а исходный, определяемый на основе проходного и максимального баллов – 8 (10-2), тогда единица балла будет равна:  $4/8 = 0,5$  (табл.3.3).

Отметим, что существует множество точек зрения по вопросу подхода перехода с пятибалльной системы оценки знаний на более дифференцированную шкалу в баллах, позволяющую максимально эффективно ранжировать массы обучающихся по уровню знаний. Так В.С.Аванесов предлагает внедрить в практику одиннадцатибалльную шкалу оценивания. Отличие одиннадцатибалльной шкалы от предложенной нами шкалы десяти единиц заключается в дополнительной градации В.С.Аванесовым категории «неудовлетворительно» с выяв-

лением в ней «нижней оценки». Однако мы считаем, что результат «неудовлетворительно» бессмысленно рассматривать детализировано, да и сам В.С.Аванесов говорит, что с лицами, прошедшими тест на 2 балла и менее высшая школа может безболезненно расстаться.<sup>44</sup>

**Таблица 3.3 - Шкала десяти единиц (1 единица = 0,5)**

Процент выполнения теста	Балл	Лексико-оценочный эквивалент балла	Традиционная оценка	Зачтено / не зачтено
менее 60	менее 4	Неудовлетворительно	Неудовлетворительно	не зачтено
60-64	4	Малоудовлетворительно	Удовлетворительно	зачтено
65-69	4,5	Удовлетворительно		
70-74	5	Ниже среднего		
75-79	5,5	Средняя оценка	Хорошо	
80-84	6	Выше среднего		
85-89	6,5	Хорошо		
90-94	7	Очень хорошо	Отлично	
85-99	7,5	Отлично		
100	8	Высшая		

В целях обеспечения высокой степени доверия к педагогическому тестированию, и как следствие реализации принципов справедливости и надежности, основанных на повышении объективности оценки знаний требования, связанные с условиями проведения тестирования и с критериями оценки должны быть открытыми, а значит общедоступными для ознакомления.

Следует отметить, что наиболее эффективным признается педагогическое тестирование, которое структурировано по темам (частям) дисциплины (модуля) в соответствии с образовательной программой или рабочей программой по дисциплине. Это связано с тем, что части дисциплин, в том числе курса «Педагогике», не равнозначны ни по объему, ни по уровню разработанности в науке, ни даже по предполагаемым в учебных планах формам отчетности. Поэтому содержание заданий и критерии их оценивания также могут различаться в зависи-

<sup>44</sup> Аванесов В.С. Педагогическое измерение латентных качеств – Режим доступа: <http://testolog.narod.ru/Theory22.html>

мости от части модуля. Нужно помнить, что тест должен полно отражать содержание учебной дисциплины, поэтому рекомендована разработка содержательно-деятельностная матрица тестов.

Содержательно-деятельностная матрица включает примерную раскладку процентного соотношения содержания разделов дисциплины и определение необходимого количества тестовых заданий различного уровня трудности, исходя из важности раздела и числа часов, отведенных на его изучение в программе (табл. 3.4).

Полнота отражения материала учебной дисциплины особенно важна для тестов, контролирующих уровень остаточных знаний. Чем полнее тест, тем точнее оценка уровня знаний испытуемых. Тест должен отражать все ключевые аспекты учебной дисциплины при соблюдении правильных пропорций. Если сместить пропорции, например, перенасытить тест заданиями тех тем учебной дисциплины, по которым легче всего составить задания, в этом случае какая-либо тема будет представлена в тесте недостаточно полно, следовательно, будет снижена содержательная валидность теста.

**Таблица 3.4 - Содержательно-деятельностная матрица теста**

Проверяемые знания и виды деятельности	Разделы содержания				Всего заданий
	1 часть 10%	2 часть 30%	3 часть 40%	4 часть 20%	
Знание понятий, определений, терминов (10%)	1	1	3	1	6
Знание законов и формул (10%)	1	3	2	0	6
Применение формул и законов (30%)	2	5	7	4	18
Нахождение сходств и различий (20%)	1	4	5	2	12
Умение интерпретировать материал на графиках и схемах (30%)	2	5	7	4	18
Всего	6	18	24	12	60

Тест может включать в себя базовую и вариативную части. Содержание базовой части должно полностью соответствовать содержанию ФГОС. По сравнению с вариативной она должна занимать не менее 70% теста. Вариативная часть может состоять из более трудных заданий, ориентированных на более сильных студентов, или из заданий, отражающих авторские особенности программы дисциплины.<sup>45</sup>

С учетом вышерассмотренного методологию педагогического тестирования можно определить как учение об основных положениях, формах, методах, принципах научного исследования и эффективной организации практики в сфере педагогического контроля обучения учащихся и оценки уровня эффективности педагогического процесса. Среди первоочередных методологических проблем педагогического тестирования определены формулирование главных целей и задач, а также характеристика понятий и принципов контроля эффективности педагогического процесса на основе тестирования и определение содержания тестового педагогического контроля. Методология тестового контроля базируется на достижениях ряда дисциплин, среди которых теория измерений, педагогика, психология, теории качества, статистики и другие. Принципы научной организации педагогического тестирования, основанные на требованиях, выработанных на основе обобщения зарубежного и отечественного передового опыта определяют взаимосвязь тестового контроля с образованием и обучением, с учетом которой подчеркивается неэффективность обучения без последующего тестирования, как объективного средства оценки уровня знаний обучающихся нацеленного, прежде всего, на определение необходимости корректировки дальнейшего обучения. Обращает на себя внимание и тот факт, что обучающиеся изучают дисциплину глубже и серьезнее, если известно, что по ней будет проводиться тестирование.<sup>46</sup> Также в заключении отметим, что содержание педагогического теста зависит от целей тестирования и объема учебного материала, выносимого на контроль, а его использование ограничено решением конкретных задач. Качество теста подтверждается апробационной проверкой на соответствие запланированным характеристикам. При этом сам процесс применения тестов предусматривает выполнение ряда требований: организацию контроля согласно разработанной инструкции; проведение предварительной подготовки испытуемых к тестированию; обязатель-

---

<sup>45</sup> Методические рекомендации по составлению контролирующих тестов и внедрению тестирования в образовательный процесс – Режим доступа: <http://www.hse.ru/data/2012/09/05/1242028623/method-recommendations-tests.pdf>

<sup>46</sup> Stroud J.B. Psychology in Education. N.-Y., Longman, Green & Co., 1981.-664p.

ное создание соответствующих условий для проведения тестирования: места, техники, приборов, программно-методических материалов; создание благоприятных психологических условий; представление теста в эффективной форме; оптимизацию системы подсчета баллов, методов их представления и интерпретации результатов.<sup>47</sup> Следовательно, педагогическое тестирования призвано выявлять не только знание учебного материала или его незнание, но в современных условиях ускоренного распространения и развития информационно-коммуникационных технологий дает возможность быстрой и качественной оценки прочности знаний, полноты, глубины, гибкости, конкретности и обобщенности.

Несмотря на все вышепересмотренные достоинства педагогического тестирования как критерия эффективности педагогического процесса важно понимать, что оно является лишь одним из методов оценивания результатов обучения, а, следовательно, не означает отмены остальных методов оценивания учащихся, прежде всего в текущем учебном процессе, контроль за ходом которого может осуществляться на основе применения множества других оценочных средств, в том числе и традиционных. Но, безусловно, в последние годы рост значимости педагогической оценки в тестовой форме определен возможностями, связанными с развитием технологий и как следствием всеобщей компьютеризации и глобальная информатизация общества повлекших за собой кардинальные изменения многих сфер жизнедеятельности людей, в том числе и сферы образования.

---

<sup>47</sup> Бодрова Т. Ю. Основы методологии педагогического тестирования и показатели его качества – Режим доступа: <http://www.moluch.ru/conf/ped/archive/63/2808/>

#### **Раздел 4. Методы описательной статистики в исследовании педагогических процессов**

*Основная цель описательной статистики* - обобщение полученной информации на первоначальном этапе исследования. В некоторых социальных исследованиях, опирающихся на анкетирование, весь процесс анализа результатов часто сводится к вычислению описательных статистических величин. К базовым методам описательной статистики относятся статистические показатели и меры их вариации.

Статистический показатель - одна из основных категорий статистики. Именно статистические показатели позволяют количественно охарактеризовать социально-экономические явления и процессы. Не следует отождествлять статистический показатель с такой категорией как «признак» единицы совокупности, т.к. статистический показатель представляет собой обобщающую количественную характеристику определенного свойства совокупности или группы единиц совокупности. В отличие от признака он получается расчетным путем и имеет обязательные атрибуты: качественный (характеристика объекта исследования), количественный (число и ед. измерения), территориальный и временной.

Таким образом, статистический показатель отвечает на четыре основных вопроса: что? сколько? где? когда? Например, 65 – это лишь число, а вот – «65 человек закончили школу №1 в городе N в 2015г». – это уже статистический показатель. По форме выражения статистические показатели делятся на три группы: абсолютные, относительные и средние.

##### *Абсолютные показатели*

По результатам проведения статистического наблюдения (первый этап статистического исследования), мы получаем статистические показатели в форме абсолютных величин (АП), характеризующих как отдельные единицы наблюдения - индивидуальные показатели, так и обобщающие - характеризующие отдельные группы или всю совокупность в целом.

Индивидуальные абсолютные показатели, как правило, получают непосредственно в процессе статистического наблюдения как результат замера, взвешивания, подсчета и оценки интересующего количественного признака. В ряде случаев индивидуальные абсолютные показатели имеют разностный характер, например, разность между численностью обучающихся на конец и на начало года.



Сводные абсолютные показатели, характеризующие объем признака или объем совокупности как в целом по изучаемому объекту, так и по какой-либо его части, получают в результате сводки и группировки индивидуальных значений. Например, общая численность обучающихся, как сумма обучающихся по классам или группам.

Абсолютные показатели всегда именованы, т.е. они имеют единицы измерения: натуральные, стоимостные, условные, трудовые.

Натуральные единицы измерения могут быть простыми, сложными и условными.

Простые натуральные единицы измерения – наиболее распространены. Такими единицами являются: метры, килограммы, штуки, количество человек, количество оценок, количество классов или учебных групп и т.п. Простые натуральные единицы применяются как при характеристике объема статистической совокупности в целом («общее количество учебных заведений в регионе», «численность обучающихся в регионе №»), так и при характеристике отдельных частей совокупности («численность обучающихся в школе», «численность педагогов в школе», сгруппированная по полу, возрасту, уровню образования и т.п.).

Сложные натуральные единицы измерения применяются в случае, когда одной простой единицы недостаточно для характеристики процесса. Сложные единицы измерения получают в результате произведения двух простых. Например, учет затрат труда выражается в отработанных человеко-днях (число преподавателей умножается на количество отработанных за отчетный период дней).

В условиях рыночной экономики наибольшее значение и применение имеют стоимостные единицы измерения, позволяющие получить денежную оценку социально-экономических явлений и процессов. Так, одним из стоимостных показателей можно назвать «общий фонд заработной платы общеобразовательных учебных заведений города N в 2015г.».

При анализе и сопоставлении стоимостных показателей необходимо иметь в виду, что в условиях высоких или относительно высоких темпов инфляции они становятся несопоставимыми. Для того, чтобы произвести подобные сравнения, там, где это возможно, осуществляют пересчет в сопоставимые цены.

К трудовым единицам измерения, позволяющим учитывать как общие затраты труда, так и трудоемкость отдельных видов деятельности, относятся человеко-дни и человеко-часы.

Если абсолютные статистические показатели считаются первичными, то относительные показатели - вторичны. Относительные показатели можно считать аналитическими, т.к. именно с их помощью можно дать оценку интенсивности развития явления, сравнивать размеры явлений, их структуру и динамику.

Относительный показатель (ОП) является результатом деления одного абсолютного показателя на другой.

$$ОП = \frac{АП (текущий)}{АП (основание)}$$

Абсолютный показатель, находящийся в числителе получаемого отношения, называется текущим или сравниваемым. Показатель же, с которым производится сравнение и который находится в знаменателе, называется основанием или базой сравнения.

Относительный показатель также имеет единицу измерения. Если сравниваются одноименные показатели одной размерности, то результат выражается в коэффициентах (величина показывает, во сколько раз сравниваемый абсолютный показатель больше (или меньше) базисного или какую составляет от него долю). Умножив полученный коэффициент на 100, получаем еще одну единицу измерения - процент. Если же база сравнения принимается за 1000 или 10000, то относительный показатель соответственно выражается в промилле (‰) и процепемилле (‱).

Если же сопоставляются разноименные величины, то единица измерения таких относительных показателей представляет собой сочетание единиц измерения числителя и знаменателя относительного показателя: ц/га, м/ час, чел./ кв.м. и т.д. Все относительные показатели в зависимости от целей анализа можно подразделить на следующие виды:

- Динамики (ОПД);
- Плана (ОПП);
- Реализации плана (ОПРП);
- Структуры (ОПС);
- Координации (ОПК);
- Интенсивности (ОПИ) и Уровня экономического развития (ОПУЭР);
- Сравнения (ОПСр).

*Относительный показатель динамики (ОПД)* представляет собой отношение уровня исследуемого процесса или явления за данный период времени (по состоянию на данный момент времени) к уровню этого же процесса или явления в прошлом:

$$ОПД = \frac{\text{текущий показатель}}{\text{предшествующий или базисный показатель}}$$

Рассчитанная таким образом величина показывает, во сколько раз текущий уровень превышает предшествующий или какую долю от него составляет. Данный показатель может быть выражен в коэффициентах, но чаще он переводится в проценты. Необходимо обратить внимание на то, что ОПД всегда рассчитывается по фактическим данным.

Различают относительные показатели динамики с постоянной и переменной базой сравнения. Если сравнение осуществляется с одним и тем же уровнем, рассматриваемым, как базовый, например, первым годом анализируемого периода, получают относительные показатели динамики с постоянной базой (базисные). При расчете относительных показателей динамики с переменной базой (цепных) сравнение осуществляется с предшествующим уровнем, т.е. основание относительной величины последовательно меняется.

В таблице 4.1 представлен расчет относительных показателей динамики с постоянной и переменной базой сравнения.

**Таблица 4.1 - Динамика численности обучающихся на одного педагогического работника (данные условные)**

Показатель	1квартал	2квартал	3квартал	4квартал
Численность обучающихся на одного педагогического работника (чел.)	10,0	15,0	17,0	25,0
ОПД (цепные) (%)	-	(15,0/10,0) *100= 150%	(17,0/15,0)* 100=113,3%	(25,0/17,0)* 100=147,1%
ОПД (базисные) (%)	100,0%	(15,0/10,0) *100 =150%	(17,0/10,0)* 100=170,0%	(25,0/10,0)* 100 =250%

Базисные и цепные показатели динамики находятся в определенной взаимосвязи: произведение всех цепных ОПД дает базисный ОПД за весь период. В приведенном выше примере: 250%=150%\*113,3%\*147,1%

*Относительный показатель плана (ОПП) и реализации плана (ОПРП).*

Независимо от формы собственности, уровня образовательного учреждения и источников финансирования численность контингента обучающихся, прием, выпуск и прочие показатели работы планируются на краткосрочную и долгосрочную перспективу. После окончания планового периода необходимо проанализировать как эти плановые показатели выполнены. Для этих целей используются относительные показатели плана и реализации плана:

$$\text{ОПП} = \frac{\text{Уровень, планируемый на } (i + 1) \text{ период}}{\text{Уровень, достигнутый в } i - \text{м периоде}}$$

$$\text{ОПРП} = \frac{\text{Уровень, достигнутый в } (i + 1) \text{ периоде}}{\text{Уровень, планируемый на } (i + 1) \text{ период}} ,$$

где:  $i$  - текущий период;  $(i+1)$  - будущий плановый период.

Первый из этих показателей характеризует относительную величину планового уровня, т.е. во сколько раз намечаемый объемный показатель превысит (или будет ниже) достигнутый уровень или сколько процентов от этого уровня он составит. Второй показатель отражает фактический уровень достижения (в процентах или коэффициентах) планового уровня.

Между относительными показателями динамики, плана и реализации плана существует взаимосвязь:

$$\text{ОПП} \cdot \text{ОПРП} = \text{ОПД}$$

Таким образом, зная два показателя всегда можно определить третий.

Рассмотрим пример расчета показателя.

Высшее учебное заведение осуществило прием учащихся на 1-й курс в 2013/2014 учебном году в объеме - 560 человек. На следующий 2014/2015 учебный год запланировано принять 600 человек. Однако фактически было принято 580 человек. В этом случае  $\text{ОПП} = 600/560 = 1,071$  или 107,1%, т.е. по плану было предусмотрено увеличение приема на 7,1% ( $107,1\% - 100\% = 7,1\%$ ).

$\text{ОПРП} = 580/600 = 0,967$  или 96,7%, т.е. план приема не выполнен. Невыполнение составило 3,3% ( $96,7\% - 100\%$ ).

ОПД =  $0,967 \cdot 1,071 = 1,036$  или 103,6% (этот же показатель можно было определить по формуле  $\text{ОПД} = 580/560 = 1,036 = 103,6\%$ ).

*Относительный показатель структуры (ОПС)* характеризует удельный вес (долю) каждой части в целом, состоящем из нескольких таких долей, т.е. внутреннее строение целого.

ОПС = Показатель, характеризующий часть совокупности  
Показатель по всей совокупности в целом

Выражается относительный показатель структуры в долях единицы или в процентах. Рассчитанные величины, соответственно называемые долями или удельными весами, показывают какой долей обладает или какой удельный вес имеет та или иная часть в общем итоге. Сумма всех ОПС, если они выражены в коэффициентах равна 1, а если в процентах - 100,0%.

В таблице 4.2 представлена распределение учащихся по оценкам.

**Таблица 4.2 - Структура учащихся по полученным оценкам на экзамене (данные условные)**

Оценка ( <i>x</i> )	Количество человек ( <i>f</i> )	В % к итогу ( <i>w</i> )	
2	3	(3/25=0,12)	12%
3	6	(6/25=0,24)	24%
4	11	(11/25=0,44)	44%
5	5	(5/25=0,20)	20%
Итого	25	1,00	или 100%

Данные, представленные в таблице 4.2 характеризуют распределение учащихся по полученным оценкам. Распределение, имеющее два элемента: группировочный признак (*X*) и количество единиц (частота), выраженное в абсолютных величинах (*f*) носит название «ряд распределения» и является простейшей структурной группировкой. Те же показатели количества единиц, но определяемые как относительные показатели структуры называют «частоты» (доли, выраженные в %% или долях единицы). Разность между частотами, выраженными в процентах, называют «процентным пунктом».

Данные, представленные в виде ОПС более наглядны для подведения некоторых итогов. Так, например, предварительно можно охарактеризовать группу по полученным оценкам: 12% получили неудов-

лестворительную оценку, а 20% сдали экзамен на отлично, остальные 68% (24%+44%) получили тройки и четверки. Кроме этого, в абсолютных величинах невозможно сделать сравнительный анализ с другими группами, имеющими разную общую численность учащихся, а относительные показатели структуры позволяют это сделать.

Следует отметить, что в качестве группировочного признака ряда распределения может быть не только количественный (табл. 4.2 - оценка), но и качественный признак, например, успеваемость. Структура учащихся по успеваемости (табл. 4.3) позволяет не только увидеть сколько процентов составляют успевающие и неуспевающие, но и сравнивать данные по этой же группе за разные периоды времени или с другими группами.

**Таблица 4.3 - Структура учащихся по успеваемости  
(данные условные)**

Успеваемость	Количество человек ( <i>f</i> )	в % к итогу ( <i>w</i> )
Успевающие	22	88
Неуспевающие	3	12
Итого	25	100

*Относительный показатель координации* рассчитывается как соотношение отдельных частей целого между собой. В качестве базы сравнения (знаменателя формулы) выбирается часть совокупности, имеющая наибольший удельный вес или наибольшую значимость в совокупности. Получаемая величина показывает, сколько единиц числителя приходится на единицу знаменателя. Иногда гораздо удобнее умножить знаменатель на 100 или 1000, чтобы показатель характеризовал количество единиц числителя на 100 или 1000 единиц знаменателя. Так, по данным таблицы 4.3, соотношение между успевающими и неуспевающими составляет:  $3/22=0,136$  или 13,6%.

*Относительный показатель интенсивности*

Следует отметить, что абсолютная величина не дает возможности оценить интенсивность процесса. Так, например, «общее число обучающихся в регионе N в 2015г.» - показатель, который не отвечает на вопрос: много это или мало? Он не дает возможности оценить уровень нагрузки на преподавателя. Только разделив численность учащихся в регионе на общую численность ППС можно ответить на во-

прос насколько интенсивна нагрузка и сделать сравнительный анализ с другими регионами.

$$\text{ОПИ} = \frac{\text{Показатель, характеризующий явление А}}{\text{Показатель, характеризующий среду распространения явления А}}$$

Показатели интенсивности часто в качестве единицы измерения имеют коэффициенты или проценты, но для более точной интерпретации показателя переходят к промилле, т.е. умножают результат на 1000. Так, например, соотношение количества учителей и учащихся может дать следующий вариант: 0,055 учителя приходится на одного учащегося, что трудно представить. Умножив результат на 1000, получим: 55 учителей на 1000 учащихся, что вполне можно интерпретировать.

В группе относительных показателей интенсивности отдельно выделяются относительные показатели уровня экономического развития, которые характеризуют производство (или потребление) основных видов продукции на душу населения. Именно эти показатели применяются в международных сопоставлениях и позволяют сравнивать уровень экономического развития различных стран и регионов.

*Относительный показатель сравнения* - это соотношение абсолютных одноименных показателей, имеющих одну единицу измерения и единую методологию расчета.

$$\text{ОПС} = \frac{\text{Показатель, характеризующий объект А}}{\text{Показатель, характеризующий объект В}}$$

Примером такого показателя может служить соотношение средств из федерального бюджета на образование в регионе А с таким же показателем в регионе N.

Следует отметить, что правильное построение относительных показателей требует знания логических принципов их построения. Так, например, относительный показатель, рассчитанный как соотношение мест в учебных заведениях региона N на численность населения региона, может дать не совсем правильное представление об обеспеченности местами в учебных заведениях населения региона N. Кроме этого, сделать сравнительный анализ нескольких регионов по показателю, рассчитанному по такой методологии нельзя. Почему? Все дело

в том, что величина показателя зависит не только от числителя, но и от знаменателя, т.е. от базы сравнения, общей численности населения. В данном случае, число мест в учебных заведениях более целесообразно сопоставить не с общей численностью населения, а с потенциальным количеством учащихся, т.е. населением в возрасте от 7 до 25 лет.

### *Средние величины (степенные)*

Наиболее распространенной формой статистических показателей, используемой в экономических исследованиях, является *средняя величина*, представляющая собой обобщенную количественную характеристику признака в статистической совокупности в конкретных условиях места и времени. В практике педагогических исследований также часто используется средняя величина. Одним из наиболее распространенных показателей является средний балл учащегося. С его помощью оценивают успеваемость отдельного учащегося (средний балл из оценок, выставленных по различным предметам) или сравнивают группы учащихся (усредняются оценки различных учащихся по одному и тому же предмету). Обычно под средним баллом имеют в виду среднее арифметическое значение<sup>48</sup>.

Средняя величина рассчитывается каждый раз по одному из варьирующих признаков и является типичным признаком, т.е. она отражает то общее, что присуще всем единицам совокупности. В этом заключается ее важнейшее свойство. Отражать типичный уровень признака средняя может вследствие того, что в ней взаимопогашаются отклонения значений признака отдельных единиц совокупности. Такое взаимопогашение отклонений – сущность средней.

Необходимо помнить о *главном условии определения средней* - совокупность единиц, в которой рассчитывается средний признак, должна быть *качественно однородной*. В противном случае средняя теряет всякий смысл и становится «ложной» средней. Так как данная величина, в большинстве случаев, отражает реальную экономическую категорию, понятие определяющего свойства средней иногда заменяют понятием определяющего показателя.

На практике определить среднюю во многих случаях можно через исходное соотношение средней (ИСС) или ее логическую формулу:

---

<sup>48</sup> Орлов А. И. Теория измерений и педагогическая диагностика // Педагогические измерения. №1, 2004 - С.22-33



$$\text{ИСС} = \frac{\text{осредняемого признака}}{\text{Число единиц или объем совокупности}}$$

Однако от того, в каком виде представлены исходные данные для расчета средней, зависит, каким именно образом будет реализовано ее исходное соотношение. В каждом конкретном случае для реализации исходного соотношения потребуется одна из следующих форм средней величины:

- средняя арифметическая,
- средняя гармоническая,
- средняя геометрическая,
- средняя квадратическая, кубическая и т.д.

Перечисленные средние объединяются в общей формуле средней степенной (при различной величине  $k$ ):

$$\bar{X} = \sqrt[k]{\frac{\sum x_i^k f_i}{\sum f_i}}$$

где:  $x_i$  –  $i$ -ый вариант осредняемого признака ( $i = \overline{1, n}$ )

$f_i$  – вес  $i$ -го варианта.

Наиболее распространенным видом средних величин в педагогических исследованиях является *средняя арифметическая*, которая, как и все средние, в зависимости от характера имеющихся данных, может быть простой или взвешенной. Простая средняя арифметическая определяется делением суммы всех значений признака на количество единиц совокупности.

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} = \frac{\sum X_i}{n}$$

Эта форма средней используется в тех случаях, когда расчет осуществляется по не сгруппированным данным. Однако чаще данные представлены в сгруппированном виде, т.к. такое представление данных более информативно.

Предположим, есть данные об оценках учащихся, полученных за контрольную работу (табл.4.4).

**Таблица 4.4 – Результаты оценок учащихся**

Оценка	2	3	4	5	Итого
Количество человек	2	10	22	6	40

Для того, чтобы определить среднюю оценку, необходимо воспользоваться следующим исходным соотношением:

$$\text{ИСС} = \frac{\text{Общая сумма оценок}}{\text{Количество учащихся}}$$

Чтобы получить общую сумму оценок необходимо каждую оценку умножить на соответствующее количество человек и полученные произведения сложить:

$$\bar{x} = \frac{\sum xf}{\sum f} = \frac{2 \cdot 2 + 3 \cdot 10 + 4 \cdot 22 + 5 \cdot 6}{40} = 3,8.$$

Очень часто средняя может иметь дробное значение, хотя все индивидуальные значения – целые числа и в этом нет ничего странного, т.к. из сущности средней не вытекает, что она обязательно должна быть одним из действительных значений признака и как явление она может и не существовать вовсе.

При расчете средней по интервальному вариационному ряду для выполнения необходимых вычислений от интервалов переходят к их серединам (табл. 4.5).

**Таблица 4.5 - Распределение учащихся по баллам ЕГЭ**

Балл	Число учащихся (чел.)
до 25	8
25-30	32
30-40	68
40-50	49
50-60	21
60 и более	3
Итого:	181

Для определения среднего балла необходимо перейти от интервального вариационного ряда распределения к дискретному, для чего определяются середины интервалов. При этом величины открытых интервалов (первого и последнего) условно приравняются к величинам интервалов, примыкающих к ним (второго и предпоследнего). С учетом этого середины интервалов будут следующими:

22,5    27,5    35,0    45,0    55,0    65,0

Используя формулу средней арифметической взвешенной, средний балл равен:

$$\bar{X} = \frac{22,5 \times 7 + 27,5 \times 13 + 35 \times 38 + 45 \times 42 + 55 \times 16 + 65 \times 5}{7 + 13 + 38 + 42 + 16 + 5} = 38,6$$

«Средний балл», «Средняя успеваемость» и т.п. – величины, довольно часто использующиеся в практике образовательных учреждений. С их помощью оценивают успеваемость как отдельного учащегося (средний балл из оценок, выставленных по различным предметам), так и сравнивают группы учащихся (усредняются оценки учащихся разных классов или групп по одному и тому же предмету). Большинство количественных характеристик в статистике применяются в том случае, когда изучаемое свойство или явление имеет нормальное распределение, которое характеризуется симметричным расположением значений элементов совокупности относительно средней величины.

Следует отметить, что в настоящее время большое распространение, в т.ч. и в педагогических исследованиях получили различные опросы, в результате которых исследователи получают не только количественные характеристики (возраст, год обучения, балл за контрольные мероприятия и пр.), но и данные, представленные в виде балльной (рейтинговой) оценки. В связи с этим часто встает вопрос: можно ли суммировать балльные оценки, измеренные в порядковой шкале и какова интерпретация полученных данных. Проведенные исследования в психологии и педагогике подтверждают тот факт, что наиболее обоснованным является использование структурных средних. Однако полностью игнорировать арифметические средние нецелесообразно из-за их распространенности. Поэтому целесообразно использовать одновременно оба метода - и метод средних арифметических рангов (баллов), и методов структурных средних, в частности медианных рангов.

#### *Структурные средние*

Наиболее часто используемыми в экономической практике структурными средними являются мода и медиана. *Мода* представляет собой значение изучаемого признака, повторяющееся с наибольшей

частотой. Однако не всякая совокупность значений имеет одну Моду. В зависимости от того как представлены данные, по-разному определяется Мода. Так, например, если в группе из 10 человек баллы, полученные за ЕГЭ по математике распределились следующим образом: 35, 36, 45, 36, 50, 35, 40, 45, 60, 35., модальным значением будет 35 баллов, т.к. оно встречается чаще любого другого значения (трижды). Если же значения в группе встречаются одинаково часто, то считается, что данная группа не имеет Моды. Так, например, если учащиеся получили следующие баллы: 35, 35, 40, 40, 50, 50, 45, 45, 60, 60, в группе нет модальной оценки. Если же в группе два соседних значения имеют одинаково большую частоту, то модальным будет их среднее значение. Например, в ряду значений баллов 35, 35, 40, 40, 45, 50, 55., модальное значение будет равно 37,5. Если же два несмежных значения имеют равные частоты, и они больше всех остальных, то можно говорить о наличии двух модальных значений (например, если баллы за экзамен распределены следующим образом: 30, 30, 40, 45, 50, 50, то  $Mo_{N1}=30$ ,  $Mo_{N2}=50$ ). Такая группа оценок является «бимодальной»<sup>49</sup>.

Известно, что несколько сложнее определяется Мо в интервальном вариационном ряду. Порядок определения Мо в данном случае следующий:

- по наибольшей частоте определяется модальный интервал, именно в этом интервале должна находиться мода.
- внутри модального интервала по формуле моды находят условное значение признака, частота которого будет наибольшей.

Примером может служить решение следующей ситуации: группу учителей необходимо охарактеризовать с точки зрения возраста (табл.4.6).

**Таблица 4.6 – Распределение учителей по возрасту**

Возраст (лет) (х)	Количество учителей (f)	Накопленная частота (f <sup>н</sup> )
До 20	10	10
20-30	25	35
30-40	20	55
40-50	15	70
50 и старше	10	80
Итого:	80	

<sup>49</sup> Статистические методы в педагогике и психологии / Дж. Гласс, Дж. Стенли. – М.: Прогресс, 1976. - 495с.

По данным таблицы 4.6 определим модальное значение:

1. модальным является интервал 20-30, т.к. ему соответствует наибольшая частота (25)
2. нижняя граница модального интервала  $X_0 = 20$
3. величина интервала  $i = 10$  (30-40)
4. частота модального интервала  $f_{Mo} = 25$
5. частота интервала, предшествующего модальному  $f_{Mo-1} = 10$
6. частота интервала, следующего за модальным  $f_{Mo+1} = 20$

$$Mo = x_0 + i \frac{(f_{Mo} - f_{Mo-1})}{(f_{Mo} - f_{Mo-1}) + (f_{Mo} - f_{Mo+1})} =$$
$$= 20 + 10 \frac{25 - 10}{(25 - 10) + (25 - 20)} = 27,5 \text{ лет}$$

Исходя из расчетов, мода в данной группе – 27,5 лет, т.е. большинство учителей моложе среднего возраста – 33,7 года. Следует отметить, что, сравнивая несколько групп по какому-либо признаку можно получить одинаковые средние величины и если не продолжить анализ, и не определить структурные средние, то характеристика анализируемых групп может быть ошибочна.

Для более полной характеристики ряда распределения помимо средней величины и моды рассчитывается медиана (Me), величина которой в большей степени является средней для неоднородной совокупности, имеющей значения признака резко отличающиеся от всех остальных значений. Если мода – значение признака, встречающегося чаще всех признаков в совокупности, то медиана – значение признака, приходящееся на середину ранжированной (упорядоченной) совокупности. При этом 50% единиц совокупности  $< Me$ , другие 50%  $> Me$ . На медиану не оказывают влияние значения признака, стоящие в начале и в конце ранжированного ряда (max и min значения) как на среднюю величину. Средняя величина зависит как от количества единиц в совокупности, так и от всех значений признака. Если бы самое большое значение отличалось от всех остальных значений признака в несколько раз, величина медианы не изменилась бы, поэтому медиана более предпочтительна в качестве средней величины для неоднородной совокупности.

Определяя медиану для негруппированных данных, достаточно проранжировать данные. Значение, которое находится в середине ряда, будет медианой. Если ряд четный, то медианы равна среднеарифметической двух центральных значений признака.

Проиллюстрируем познавательное значение медианы следующим примером.

Допустим, нам необходимо дать характеристику средней заработной платы группы преподавателей, насчитывающей 10 человек, из которых 9 имеют заработную плату в интервале от 20 тыс. руб. до 50 тыс. руб. в месяц, а заработная плата последнего составляет 150 тыс. руб.:

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Зарботная плата (тыс.руб.)	20	20	30	40	40	42	45	45	50	150

Если мы воспользуемся средней арифметической, то получим среднюю заработную плату, равную примерно 48,2 тыс. руб., которая не только в несколько раз меньше средней заработной платы 10-го человека, но и имеет мало общего с заработной платой остальной части группы. Медиана же, равная в данном случае 41 тыс. руб. позволит дать объективную характеристику уровня доходов 90% данной совокупности преподавателей. Можно сказать, что половина группы имеет заработную плату ниже 41 тыс. руб., а другая половина – выше. Следует также иметь ввиду, что, если необходимо увеличить показатель средней заработной платы, достаточно увеличить среднюю заработную плату одного-двух человек, при этом медиана останется неизменной.

В дискретном вариационном ряду для определения медианного значения признака находят номер медианной единицы ряда по следующей формуле:  $N_{mc} = \frac{n+1}{2}$ . Затем рассчитываются накопленные частоты, и первая включающая в себя номер медианы и будет соответствовать значению медианы. Также определяется медианный интервал, если данные представлены как интервальные ряды распределения. Медиана в интервальных рядах определяется по следующей формуле:

$$Me = x_0 + i \frac{\frac{1}{2} \sum f_i - S_{Me-1}}{f_{Me}},$$

где:  $x_0$  - нижняя граница медианного интервала (медианным называется первый интервал, включающий в себя  $N_{me}$ );

$i$  - величина медианного интервала;

$S_{Me-1}$  - накопленная частота интервала, предшествующего медианному;

$f_{Me}$  - частота медианного интервала.

По данным таблицы 4.6, медианный интервал находится в диапазоне от 30 до 40, т.к. номер медианы равен  $(80+1)/2 = 40,5$ .

Для определения медианного значения воспользуемся вышеуказанной формулой:

$$Me = 30 + 10 \frac{\frac{1}{2} \cdot 80 - 35}{20} = 32,5 (\text{лет}).$$

Таким образом, можно сказать, что половина учителей этой группы моложе 32,5 лет.

Соотношение моды, медианы и средней арифметической указывает на характер распределения признака в совокупности, позволяет оценить его асимметрию. Если  $M_o < M_e < \bar{X}$  - имеет место правосторонняя асимметрия, при  $\bar{X} < M_e < M_o$  следует сделать вывод о левосторонней асимметрии ряда.

На основе полученных значений структурных средних можно заключить, что наибольшее количество учителей имеют возраст около 27-28 лет. Более половины всех членов анализируемой группы не старше 32,5 лет, при среднем возрасте 33,7 года. Из соотношения этих показателей следует вывод о правосторонней асимметрии, а это в свою очередь говорит о том, что анализируемая группа довольно молодая. Для определения значений признака, лежащего в пределах 10%, 25%, 75% или 90% единиц совокупности существуют еще такие показатели как квартили или децили, которые определяются аналогично медианному значению.

Следует также сказать, что в отличие от степенных средних, структурные средние могут быть определены для порядковых атрибутивных признаков. Например, если успешность сессии при подведении

итогах оценить не средним баллом, который будет менее информативным, а структурными средними, данные могут быть представлены следующим образом (табл. 4.7).

Данные таблицы 4.7 говорят о том, что модальное значение соответствует наибольшей частоте равной 28, т.е. большинство студентов в группе сдали сессию на «удовлетворительно». Больше половины студентов (медиана) сдали сессию на четыре и пять, другая половина на тройки и четверки. Средний балл по данным таблицы 4.7. определить нельзя.

**Таблица 4.7 - Успешность сдачи сессии на факультете**

Успешность	Количество студентов (Частота)	% к итогу	Накопленная частота
Тройки (все экзамены)	28	45,2	28
Есть тройки, в основном на четыре	11	17,7	39
Без троек, в основном на четыре - пять	13	21,0	52
Только отлично	10	16,1	62
ИТОГО	62	100,0	

Следует заметить, что многие педагогические явления не могут быть замерены, т.е. выражены количественно. Большинство же педагогических явлений не поддаются измерению, именно для таких явлений структурные средние представляют возможность обобщать и сопоставлять данные.

Таким образом, применение средней величины целесообразно для количественных признаков и в случае отсутствия в совокупности экстремальных значений. Моду рекомендуется использовать как номинальных (неупорядоченных) признаков, так и для порядковых. Медиану можно определять, как для количественных, так и для порядковых данных (упорядоченных категорий). Расчет медианы и прочих структурных средних (квартили, децили) целесообразно применять для совокупностей, имеющих экстремальные значения признаков.

#### *Меры вариативности*

Как уже отмечалось ранее, определение статистических показателей тесно связано с однородностью совокупности. Информация о средних уровнях исследуемых показателей обычно бывает недостаточ-



ной для полного анализа изучаемого процесса или явления. Иногда совершенно непохожие по своему внутреннему строению совокупности могут иметь равные средние величины. Поэтому для более детального изучения того или иного явления необходимо учитывать разброс или вариацию значений отдельных единиц совокупности. Измерение вариации признаков имеет как теоретическое, так и практическое значение.

Так, например, для выявления наиболее стабильно работающего коллектива или учреждения наравне с другими показателями рассчитывают и основные показатели вариации. Эти показатели дают возможность количественно определить размеры устойчивости успеваемости учащихся, уровня квалификации педагогов, стоимости за обучение и т.п. Измерение размеров вариации такого показателя, как например, компетентность педагогического коллектива, может иметь значение для принятия решений о статусе учебного заведения.

К абсолютным показателям, характеризующим вариацию, относят:

- размах ( $R$ ),
- среднее линейное отклонение ( $\bar{d}$ )
- дисперсия ( $\sigma^2$ ),
- среднее квадратическое отклонение ( $\sigma$ ).

Перечисленные выше показатели могут быть рассчитаны аналогично средней величине в двух формах: взвешенной и невзвешенной.

Простейшим показателем является размах вариации. Он представляет собой разность максимального и минимального значений признака:

$$R = x_{\max} - x_{\min}$$

Этот показатель служит незаменимой мерой разброса экстремальных значений признака. Кроме характеристики границ разброса признака, размах вариации может быть использован для выявления ошибок. При наличии очень больших (или очень малых), ошибочно записанных значений признака, размах вариации сразу резко возрастет (или снизится), что требует проверки и корректировки исходных данных.

Недостатком данного показателя является то, что он оценивает только границы варьирующего признака и не отражает его колеблемость внутри этих границ.

Этого недостатка лишен другой показатель – среднее линейное отклонение.

Как известно, средняя величина является некоторым «центром» распределения, вокруг которого на том или ином отдалении находятся все остальные значения признака. При обобщении этих колебаний определяют их среднюю величину, такая средняя называется средним линейным отклонением.

Если ряд не сгруппирован, то используется невзвешенная формула среднего линейного отклонения:

$$\bar{d} = \frac{\sum |x_i - \bar{x}|}{n}$$

Для вариационного ряда распределения следует использовать взвешенную формулу среднего линейного отклонения, где весами выступают частоты соответствующих вариантов:

$$\bar{d} = \frac{\sum |x_i - \bar{x}| f_i}{\sum f_i}$$

Среднее линейное отклонение – число именованное, выраженное в тех же единицах измерения, что и варианты. Оно дает абсолютную меру вариации. Так, если в совокупности, имеющей такую же среднюю величину среднее линейное отклонение будет больше, то это указывает на менее однородный состав совокупности, на меньшую типичность средней. Однако среднее линейное отклонение имеет некоторую условность как мера вариации, т.к. игнорирует основное, определяющее свойство отклонений, как величин, принимающих положительное или отрицательное значения. Возведя «в квадрат» отклонения, можно привести положительные и отрицательные отклонения к системе положительных величин. На этом построено определение дисперсии.

невзвешенная форма

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}$$

взвешенная форма

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2 f_i}{\sum f_i}$$

Следует отметить, что дисперсия еще не дает представления об однородности совокупности, и этому показателю трудно дать экономическую интерпретацию, т.к. он рассчитан в квадратных единицах. Поэтому следующим шагом в исследовании однородности совокупности является расчет среднего квадратического отклонения (иначе этот

показатель может называться «стандартное отклонение»), показывающего на сколько в среднем отклоняются конкретные варианты признака от его среднего значения. Оно определяется как квадратный корень из дисперсии и имеет ту же размерность, что и изучаемый признак:

$$\text{невзвешенная форма} \\ \sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

$$\text{взвешенная форма} \\ \sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2 f_i}{\sum f_i}}$$

С целью определения профессиональной компетентности преподавателей аттестационной комиссией дана оценка их деятельности по 30-ти балльной системе (табл.4.8).

**Таблица 4.8 - Результаты аттестации преподавателей (баллы)**

Группы по количеству баллов	Количество человек
18-20	10
21-23	12
24-30	13
ИТОГО	35

По данным таблицы 4.8 размах вариации равен 12 баллам. Среднее линейное отклонение – 2,04 балла, дисперсия – 10,86, среднее стандартное отклонение – 3,3 балла.

В симметричных или умеренно асимметричных распределениях среднее квадратическое отклонение составляет примерно 1,25 среднего линейного отклонения ( $\bar{d}$ ). Чем больше асимметрия распределения, тем больше это соотношение. В нашем случае это соотношение составило 1,62, т.е. наблюдается некоторое смещение оценок в сторону более высоких баллов. Нижняя граница стандартного отклонения равна нулю, что бывает крайне редко, т.к. это свидетельствует об отсутствии колеблемости значений признака, а именно наличие таких отклонений и явилось основной причиной определения показателей вариации. Верхнего предела стандартное отклонение не имеет.

Полученные результаты анализа дают возможность оценить «нормальность» распределения, выявить его асимметричность и зафиксировать величину абсолютного отклонения значений признака от средней величины. Однако сделать однозначный вывод об однородности совокупности абсолютные показатели не позволяют.

Для оценки однородности совокупности, а также для сравнения различных совокупностей с точки зрения однородности (устойчивости)

совокупности по какому-либо одному признаку (иногда для одной совокупности, но по разным признакам) используют относительные показатели вариации.

Эти показатели вычисляются как отношение размаха вариации, среднего линейного отклонения или стандартного отклонения к средней арифметической или медиане. Чаще всего эти показатели выражаются в процентах:

- коэффициент осцилляции ( $V_r$ )

$$V_r = \frac{R}{\bar{x}} \cdot 100\%$$

- линейный коэффициент вариации ( $V_{\bar{d}}$ )

$$V_{\bar{d}} = \frac{\bar{d}}{\bar{x}} \cdot 100 \% \quad \text{или} \quad V_{\bar{d}} = \frac{\bar{d}}{Me} \cdot 100\%$$

- коэффициент вариации ( $V_{\sigma}$ )

$$V_{\sigma} = \frac{\sigma}{\bar{x}} 100 \%$$

Каждый из рассмотренных показателей имеет определенную интерпретацию и условия применения:

- коэффициент осцилляции позволяет определить процент вариации в том случае, если нет данных о всей совокупности, а есть только минимальное, максимальное и среднее значения признаков;

- линейный коэффициент вариации применяется в тех случаях, когда в качестве средней величины выступает заранее определенный эталон (стандарт) значений признака;

- коэффициент вариации является наиболее распространенным. По своей величине он может принимать любые значения, однако, если коэффициент больше или равен 33% ( $V_{\sigma} \geq 33\%$ ), то совокупность считается неоднородной и, следовательно, для дальнейшего анализа необходимо исключить «крайние» значения признака, либо разбить совокупность на более однородные группы.

По данным таблицы 4.8 коэффициент вариации равен 14,3%, т.е. данная группа однородна по уровню профессиональной компетенции.

Информативность показателей вариации повышается, если они рассчитываются для целей сравнительного анализа. При этом показатели, рассчитанные по одной совокупности сопоставляются с показателями, рассчитанными по другой аналогичной совокупности или по той же самой, но относящейся к другому периоду времени.

#### *Использование показателей вариации в анализе взаимосвязей*

Изучая вариацию интересующего нас признака в пределах исследуемой совокупности и опираясь на общую среднюю в расчетах, трудно оценить степень воздействия на него какого-либо отдельного признака.

При проведении такого анализа исходная совокупность должна представлять собой множество единиц, каждая из которых характеризуется двумя признаками – факторным (оказывающим влияние на взаимосвязанный с ним признак) и результативным (подверженным влиянию).

Для выявления взаимосвязи исходная совокупность делится по факторному признаку на группы. Выводы о степени взаимосвязи базируются на анализе вариации результативного признака. Если статистическая совокупность разбита на группы по какому-либо признаку, то для оценки влияния различных факторов, определяющих вариацию индивидуальных значений признака, используют правило сложения дисперсий.

Общая дисперсия представляет собой сумму средней из внутригрупповой и межгрупповой дисперсий:

$$\sigma_o^2 = \overline{\sigma^2} + \delta^2$$

где:  $\sigma_o^2$  – общая дисперсия;

$\overline{\sigma^2}$  – средняя из внутригрупповых дисперсий;

$\delta^2$  – межгрупповая дисперсия.

Общая дисперсия характеризует вариацию признака по всей совокупности как результат влияния всех факторов, определяющих ин-

дивидуальные различия единиц совокупности и определяется по формуле:

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2 f_i}{\sum f_i}$$

где:  $x_i$  – отдельные значения признака;

$\bar{x}$  – общая средняя варьирующего признака;

$f_i$  – вес варианта признака в общей совокупности.

Межгрупповая дисперсия характеризует вариацию, обусловленную влиянием фактора, положенного в основу группировки.

$$\delta^2 = \frac{\sum (\bar{x}_j - \bar{x})^2 n_j}{\sum f_j},$$

где:  $\bar{x}$  – общая средняя варьирующего признака;

$\bar{x}_j$  – средняя j-ой группы;

$n_j$  – число единиц в j-ой группе ( $\sum n_j = \sum f_i$ ).

Средняя из внутригрупповых дисперсий отражает ту часть вариации результативного признака, которая обусловлена действием всех прочих неучтенных факторов, кроме фактора, по которому осуществлялась группировка. Другими словами внутригрупповая дисперсия отражает случайную вариацию. Внутригрупповая дисперсия рассчитывается отдельно по каждой j-ой группе.

$$\sigma_i^2 = \frac{\sum (x_j - \bar{x}_j)^2}{n_j},$$

где:  $x_j$  – значение признака у отдельных элементов j-ой группы;

$\bar{x}_j$  – средняя j-ой группы;

$n_j$  – число единиц j-ой группы.

Для всех групп в целом вычисляется средняя из внутригрупповых дисперсий, взвешенных на частоты соответствующих групп по формуле:

$$\overline{\sigma^2} = \frac{\sum \sigma_j^2 n_j}{\sum f_i}$$

Взаимосвязь между тремя видами дисперсий получила название правила сложения дисперсий. Таким образом, зная два вида дисперсий всегда можно определить третий:  $\sigma_o^2 = \overline{\sigma^2} + \delta^2$ . Из этого равенства следует, что общая дисперсия, как правило, будет больше средней из групповых дисперсий. Это обусловлено тем, что при расчленении общей совокупности единиц на части по какому-либо признаку образуются более или менее однородные группы, в результате чего сокращается колеблемость признаков в пределах каждой группы. Это приводит к тому, что средняя из групповых дисперсий оказывается меньше дисперсии признака по всей совокупности единиц, причем разница между этими показателями будет тем больше, чем однороднее получаются группы в результате расчленения общей совокупности.

Теснота связи между факторным и результативным признаками оценивается на основе эмпирического корреляционного отношения:

$$\eta_j = \sqrt{\frac{\delta^2}{\sigma^2}}$$

Данный показатель может принимать значения от 0 до 1. Чем ближе к 1 будет его величина, тем сильнее взаимосвязь между рассматриваемыми признаками.

На следующем условном примере исследуем зависимость уровня профессиональной компетенции от формы собственности учебного заведения (табл.4.9).

**Таблица 4.9 - Средний балл квалификации педагогов в учебных заведениях разной формы собственности**

Форма собственности	Количество учебных заведений	Средний балл педагогов	Итого
Государственная	4	10, 30, 20, 40	100
Негосударственная	6	20, 40, 60, 20, 50, 50	240
Итого	10		340

Этапы реализации:

1. Определяется средний балл для учебных заведений двух форм собственности.

$$\bar{X} = \frac{340}{10} = 34 \text{ млн. руб.}$$

2. Определяется средний балл для каждой формы собственности.

$$\bar{X}_{\text{госуд}} = \frac{100}{4} = 25 \text{ млн. руб.}$$

$$\bar{X}_{\text{негосуд}} = \frac{240}{6} = 40 \text{ млн. руб.}$$

3. Рассчитываются общая и внутригрупповые (т.е. для каждой группы) дисперсии.

$$\sigma_{\text{об}}^2 = \frac{(10-34)^2 + (30-34)^2 + (20-34)^2 + (40-34)^2 + (20-34)^2 + \dots + (50-34)^2}{10} = 2438$$

$$\sigma_{\text{госуд}}^2 = \frac{(10-25)^2 + (30-25)^2 + (20-25)^2 + (40-25)^2}{4} = 125$$

$$\sigma_{\text{негосуд}}^2 = \frac{(20-40)^2 + (40-40)^2 + (60-40)^2 + (20-40)^2 + (50-40)^2 + (50-40)^2}{6} \approx 233$$

4. Определяется средняя из внутригрупповых и межгрупповая дисперсия. Для этого расчета полученные ранее данные занесем в таблицу 4.10.

**Таблица 4.10 - Вспомогательная таблица для расчета дисперсий**

Форма собственности	Количество учебных заведений	Средняя по группе	Внутригрупповые дисперсии
Государственная	4	25	125
Негосударственная	6	40	233
Итого	10		

• Средняя из внутригрупповых дисперсий:

$$\bar{\sigma}^2 = \frac{125 \cdot 4 + 233 \cdot 6}{10} = 189,8$$



$$\delta^2 = \frac{(25 - 34)^2 \cdot 4 + (40 - 34)^2 \cdot 6}{10} = 54$$

На последнем этапе решения задачи необходимо проверить тождество, отражающее закон сложения дисперсий:  $54,0 + 189,8 = 243,8$ .

Таким образом, можно сделать вывод о том, что уровень квалификации на 22%  $\left[ \frac{54,0}{243,8} \cdot 100\% = 22\% \right]$  зависит от фактора, положенного в основание группировки, т.е. от формы собственности, а на 78%  $\left[ \frac{189,8}{243,8} \cdot 100\% = 78\% \right]$  – от прочих факторов.

Вывод о том, что уровень квалификации в гораздо большей степени зависит от каких-либо других факторов, чем от формы собственности учебного заведения подтверждается и величиной эмпирического

корреляционного отношения:  $\eta = \sqrt{\frac{54}{243,8}} = 0,47$ .

Величина этого показателя свидетельствует о том, что зависимость уровня квалификации педагогов от формы собственности учебного заведения невелика.

## **Раздел 5. Применение выборочного метода анализа данных в педагогических исследованиях**

В педагогических исследованиях могут использоваться различные классификации методов несплошного статистического наблюдения. Обычно выделяют:

- выборочный метод;
- метод основного массива (отбор производится по их существенности, величине);
- монографический метод (типичной единицы) (обследование только одной единицы наблюдения, но это обследование является углубленным, а сам объект наблюдения - типичным для всей совокупности или ее части).

Иногда к несплошным методам относят анкетный метод, корреспондентский метод, цензовое наблюдение. Анкетный метод состоит в рассылке анкет респондентам без предварительной договоренности. Эффективность метода в значительной степени зависит от уровня социальной сознательности и моральной атмосферы в обществе. Корреспондентский метод аналогичен анкетному, но предполагает, что с адресатами достигается предварительная договоренность, которая может подкрепляться определенными формами вознаграждения. Цензовое наблюдение предполагает отбор единиц по некоторому определенному критерию (цензу).

Выборочный метод основан на частичном наблюдении единиц совокупности. Он дает возможность судить о характеристиках генеральной совокупности по характеристикам выборочной или отобранной совокупности. Важным принципом в применении выборочного метода является обеспечение равной возможности оказаться в числе отобранных всем единицам, которые входят в состав генеральной совокупности или предварительно выделенной из нее группы. Таким образом, ни одна единица не должна обладать преимуществом попасть в отбираемую совокупность.

Выборочный метод является наиболее теоретически разработанным именно потому, что основан на принципе случайного отбора. Однако строгая реализация этого принципа в практической деятельности бывает затруднительна. В самом деле, специалисту, который хорошо знает ситуацию зачастую неразумно доверяться случаю и игнорировать опыт и свои знания при отборе. При определенных условиях могут применяться экспертные методы отбора, а отказ от принципа случайного отбора может повысить точность оценок, но снизить их объектив-

ность. В этом случае возникают проблемы, которые присущи экспертным методам в целом. Эксперт может проводить отбор, полагаясь на свои знания и опыт, не всегда поддающиеся ясной формулировке. Именно такой отбор может применяться при проведении педагогических экспериментов. При определенных условиях систематический отбор эквивалентен случайному, но он также может трактоваться и как направленный при ранжировании списка единиц отбора. Примером смещения принципов направленного и случайного отбора служит пропорционально-вероятностный отбор, при котором вероятность единицы быть отобранной пропорциональна величине некоторого признака, чаще всего масштабного характера.

При проведении обследований могут иметь место ошибки регистрации, систематические ошибки репрезентативности, случайные ошибки репрезентативности.

Ошибки регистрации могут возникать из-за неправильных сведений. Обычно они связаны с невнимательностью регистратора, пропуском или повторным счетом. Обычно эти ошибки уравниваются и не дают заметный суммарный эффект. К систематическим ошибкам регистрации относятся ошибки запоминания и ошибки субъективных впечатлений, которые могут быть направлены в сторону увеличения или уменьшения. Выборочный метод позволяет сократить число регистраторов, а значит упрощает процедуру их подготовки и создает условия для отбора наиболее квалифицированных специалистов. Кроме того, упрощается процедура контроля, появляется возможность включать вопросы, позволяющие выявлять неточности.

Ошибки репрезентативности характерны именно для выборочного метода. Систематические ошибки репрезентативности возникают из-за неправильного, тенденциозного отбора единиц, когда нарушается равная возможность единицы быть отобранной.

Случайные ошибки репрезентативности возникают даже в том случае, когда соблюдается объективность отбора единиц. Эти ошибки зависят от однородности совокупности и от объема выборки. В задачу выборочного метода входит изучение и измерение случайных ошибок репрезентативности.

По способу организации выборки различают следующие виды выборочного метода:

— **совершенно-случайный** (предполагает выборку единиц из генеральной совокупности без деления ее на группы; обеспечивается равная возможность всем единицам совокупности быть отобранными);

— механический (совокупность делится на столько групп, сколько единиц должно войти в выборку, из каждой группы отбирается одна единица);

— типический (стратифицированный) (генеральная совокупность делится по некоторому признаку на типические группы, а отбор производится из этих групп);

— серийный (отбор с равновеликими сериями состоит в выборке не из единиц совокупности, а из некоторых ее групп (серий); попавшие в выборку серии подвергаются сплошному наблюдению);

— комбинированный (комбинируются различные методы: отбираются серии, а затем из отобранных серий производится индивидуальная выборка единиц).

Отбор единиц из генеральной совокупности может быть комбинированным, многоступенчатым и многофазным. Комбинированный отбор предполагает объединение нескольких видов выборки. Так, например, можно комбинировать типическую и серийную, серийную и собственно-случайную выборки. Ошибка такой выборки определяется ступенчатостью отбора. Многоступенчатым называется отбор, при котором из генеральной совокупности сначала извлекаются укрупненные группы, потом – более мелкие и так до тех пор, пока не будут отобраны те единицы, которые подвергаются обследованию. Многофазная выборка, в отличие от многоступенчатой, предполагает сохранение одной и той же единицы отбора на всех этапах его проведения; при этом отобранные на каждой стадии единицы подвергаются обследованию, каждый раз – по более расширенной программе.

Процесс подготовки и проведения выборочного наблюдения включает ряд последовательных этапов:

1. Определение цели обследования.
2. Установление границ генеральной совокупности.
3. Составление программы наблюдения и программы разработки данных.
4. Определение вида выборки, процента отбора и метода отбора.
5. Отбор и регистрация наблюдаемых признаков у отобранных единиц.
6. Расчет выборочных характеристик и их ошибок.
7. Распространение полученных результатов на генеральную совокупность.

Педагогические обследования можно проводить в двух направлениях: оценка качества знаний учеников и оценка качества работы учителей.

При проведении выборочных обследований учеников или учителей возможно применение различных видов выборочного метода.

Собственно-случайная выборка заключается в отборе единиц из генеральной совокупности в целом, без разделения ее на группы, подгруппы или серии отдельных единиц. При этом единицы отбираются в случайном порядке, не зависящем ни от последовательности расположения единиц в совокупности, ни от значений их признаков. Прежде чем производить собственно-случайный отбор, необходимо убедиться, что все без исключения единицы генеральной совокупности имеют абсолютно равные шансы попадания в выборку. Следует также установить четкие границы генеральной совокупности таким образом, чтобы включение или невключение в нее отдельных единиц не вызывало сомнений. Так, например, при обследовании студентов важно определить, будут ли приниматься во внимание студенты-заочники, экстерны, учащиеся в магистратуре, лица, находящиеся в академическом отпуске и т.п.

Для проведения отбора единиц в выборочную совокупность используется один из математических алгоритмов, например, метод прямой реализации, включающий следующие этапы:

1. Все единицы генеральной совокупности, расположенные в случайном порядке или ранжированные по какому-либо признаку, нумеруются от 1 до  $N$ .

2. С помощью процессора случайных чисел получают  $n$  значений в интервале от 1 до  $N$ . Если первоначально случайные числа получены в интервале от 0 до 1, их необходимо умножить на  $N$  и округлить по правилам до целого значения.

3. Из сформированного списка единиц генеральной совокупности отбираются единицы, соответствующие по номеру полученным случайным числам.

Упрощенным вариантом метода прямой реализации является отбор единиц в выборочную совокупность на основе таблицы случайных чисел. Для проведения отбора могут быть использованы цифры любого столбца данной таблицы, при этом необходимо учитывать объем генеральной совокупности. При проведении бесповторного отбора повторяющиеся номера следует учитывать только один раз. При повторном отборе, если тот или иной номер случайно встретится еще один или более раз, соответствующая этому номеру единица в каждом случае повторно включается в выборочную совокупность. После проведения отбора с использованием какого-либо алгоритма, реализующего принцип случайности, или на основе таблицы случайных чисел, необходи-

мо определить границы генеральных характеристик. Для этого рассчитываются средняя и предельная ошибки выборки. Рассмотрим пример.

Для проверки качества знаний отбирают 25 учеников и подвергают тестированию. Оценка производится по 10-ти балльной системе. Результаты тестирования представлены в таблице 5.1.

**Таблица 5.1 – Распределение учеников по оценкам за тестирование**

Оценки, в баллах	Частота ( $f_i$ )	$x_i f_i$	$ x_i - \bar{x}  f_i$	$(x_i - \bar{x})^2 f_i$	в % к итогу	Накопленный процент
4	2	8	4	8	8	8
5	6	30	6	6	24	32
6	9	54	0	0	36	68
7	6	42	6	6	24	92
8	2	16	4	8	8	100
Итого:	25	150	20	28	100	–

1. Определим показатели центра распределения: среднюю арифметическую, моду и медиану:

а) средний балл:  $\bar{x} = \frac{\sum x_i f_i}{\sum f_i} = \frac{150}{25} = 6 (\text{баллов});$

б)  $M_o = 6$  (вариант, который чаще всего встречается в статистическом ряду). Это означает, что наибольшее количество учеников имеет балл равный 6);

в)  $M_e = 6$  (значение, которое расположено в середине упорядоченного ряда). Это означает, что 50% учеников имеет балл менее 6, а другие 50% учеников более 6.

2. Определим размах вариации, характеризующий пределы изменения варьирующего признака:

$$R = X_{\max} - X_{\min} = 4.$$

3. Среднее абсолютное отклонение определим следующим образом:

$$\bar{d} = \frac{\sum |x_i - \bar{x}| f_i}{\sum f_i} = \frac{20}{25} = 0,8.$$

Это означает, что уровень знаний учеников в среднем отклоняется от средней величины (6) на 0,8.

4. Среднее стандартное отклонение:

$$\sigma^2 = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2 f_i}{\sum f_i}} = \sqrt{\frac{28}{25}} = 1,06$$

Это означает, что уровень знаний каждого ученика в среднем отклоняется от средней величины (6) на 1,06.

5. Рассчитаем относительные показатели вариации:

- коэффициент осцилляции ( $V_r$ )

$$V_r = \frac{R}{\bar{x}} \cdot 100\% = \frac{4}{6} \cdot 100\% = 66,7\%$$

- линейный коэффициент вариации ( $V_{\bar{d}}$ )

$$V_{\bar{d}} = \frac{\bar{d}}{\bar{x}} \cdot 100\% = \frac{0,8}{0,6} \cdot 100\% = 13,3\%$$

- коэффициент вариации ( $V_{\sigma}$ )

$$V_{\sigma} = \frac{\sigma}{\bar{x}} 100\% = \frac{1,06}{6} \cdot 100\% = 17,5\%.$$

С точки зрения качества знаний учеников и качества работы учителей, коэффициенты вариации должны быть минимальными.

8. Так как нас интересует не качество знаний отобранных учеников, а всех учеников, возникает вопрос о расчете *средней ошибки выборки*, которая зависит от колеблемости признака ( $\sigma$ ) и от числа отобранных единиц ( $n$ ):

$$\mu = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{1,06}{5} = 2.$$

9. Определим *предельную ошибку выборки* по формуле:  $\Delta = \pm t_{\mu}$ .

Доверительное число  $t$  показывает, что расхождение не превышает кратную ему ошибку выборки. С вероятностью 0,954 можно утверждать, что разность между выборочной и генеральной средними не превысит двух величин средней ошибки выборки, то есть в 954 случаях ошибка репрезентативности не выйдет за  $\pm 2\mu$ .

$$\bar{x} - D \leq x \leq \bar{x} + D$$

$$5,6 \leq x \leq 6,4$$

Таким образом, с вероятностью 95,4% ожидается, что средний уровень знаний учеников будет не меньше, чем 5,6 и не больше, чем 6,4. С точки зрения качества знаний учеников и оценки качества работы учителей необходимо стремиться к уменьшению этих отклонений.

Выборочный метод получил распространение в педагогике при проведении педагогических экспериментов. Педагогические эксперименты проводятся с целью выяснения эффективности применения различных методов или средств (например, IT-технологий) обучения или воспитания. Таким образом, целью любого педагогического эксперимента является эмпирическое подтверждение или опровержение гипотезы исследования или справедливости теоретических результатов (новые методы, формы педагогического воздействия более или менее эффективны). Вопросы организации педагогических экспериментов рассмотрены в работах известных специалистов в области педагогики (Архангельский С.И., Михеев В.И., Бабанский Ю.К., Журавлев В.И., Загвязинский В.И., Пискунов А.И.). В отличие от обычного изучения педагогических явлений в естественных условиях путем их непосредственного наблюдения эксперимент позволяет целенаправленно изменять условия педагогического воздействия на испытуемых.

В педагогике объект исследования очень изменчив и обладает сознанием, поэтому при проведении эксперимента необходимо учитывать множество характеров, особенностей воспитания и способностей учащихся, а также особенности учителей, общественные идеалы, меняющуюся моду. Следует также принимать во внимание особенности молодежи и ее желание все подвергать сомнению. В педагогическом эксперименте объект исследования может сознательно помогать или сопротивляться экспериментатору. В этом проявляются особенности педагогического эксперимента. В эксперименте отбор контингента учащихся должен соответствовать цели исследования. Различают естественный (проводится в обычных условиях обучения) и лабораторный (в классе выделяется группа учеников) эксперименты. В



случае лабораторного эксперимента проводятся специальные беседы, индивидуальное и групповое обучение и т.д.

При многофакторном эксперименте исследователи варьируют с большим количеством факторов. Многофакторный эксперимент строится на основе статистического анализа. В психолого-педагогических исследованиях выделяют констатирующий и формирующий эксперименты. В первом случае педагог-исследователь экспериментальным путем устанавливает только состояние изучаемой педагогической системы, констатирует факт связи, зависимости между явлениями. Когда же педагог-исследователь применяет специальную систему мер, направленных на формирование у учеников определенных личностных качеств, установок, говорят уже о формирующем эксперименте.

В педагогике эксперимент выступает в тесной взаимосвязи с другими методами исследования. Педагогический эксперимент является методом комплексного характера, так как предполагает совместное использование методов наблюдений, бесед, интервью, анкетных опросов и др.

Все эти методы применяются как на первом этапе проведения педагогического эксперимента для того, чтобы оценить начальное состояние системы, так и для последующих более или менее частых замеров ее состояний, чтобы на завершающей стадии сделать вывод о справедливости выдвинутой гипотезы.

Задачи конкретных экспериментов в области дидактики и методик обучения отдельным предметам чаще всего сводятся к следующим:

1. проверка определенной системы обучения (например, проверка эффективности системы начального обучения, разработанной Л. В. Занковым);
2. сравнение эффективности определенных методов обучения (исследования И. Т. Огородникова и его учеников);
3. проверка эффективности системы проблемного обучения (исследования М. И. Махмутова);
4. разработка систем мер по формированию у учащихся познавательных интересов и потребностей (исследования Г. И. Щукиной, В. С. Ильина);
5. проверка эффективности мер по формированию у учащихся навыков учебного труда (эксперимент В. Ф. Паламарчук);
6. развитие познавательной самостоятельности школьников (эксперименты Н. А. Половниковой, П. И. Пидкасистого).

7. дидактические исследования, связанные с выбором оптимального варианта той или иной системы мер или педагогических действий:

- обновление системы мер по предупреждению неуспеваемости (Ю. К. Бабанский и др.),
- оптимизация объема и сложности учебного материала, включаемого в школьные учебники (Я. А. Микк),
- выбор оптимального числа упражнений для формирования определенного умения (П. Н. Воловик),
- выбор оптимальных вариантов системы мер по формированию у учащихся навыков планирования (Л. Ф. Бабенко),
- построение проблемного обучения слабоуспевающих школьников (Т. Б. Генинг),
- дифференцированная работа с учениками на основе разной степени оказываемой им помощи в учении (В. Ф. Харьковская),
- обоснование оптимальной системы преподавания курса технического черчения в вузе (А. П. Верхола),
- оборудование школьного физического кабинета (С. Г. Броневщук).

При проведении экспериментальных исследований невозможно изучить всю генеральную совокупность студентов или учителей. В этих условиях возникает проблема формирования выборки показательной для всей совокупности. Как отмечалось выше, в экспериментах эксперт обычно полагается на свой опыт и знания. Зачастую именно задачи эксперимента определяют характер выборки. Задачи эксперимента и число объектов, включаемых в него, взаимосвязаны.

Затем исследователь сокращает число экспериментальных объектов до минимально необходимого. Для этого необходимо учесть специфику темы исследования. Если речь идет, например, о проверке методики изучения какой-то темы по курсу истории, физики или другому предмету, то в данном случае можно ограничиться одним экспериментальным и одним контрольным классом. В экспериментальном классе проводятся необходимые изменения в соответствии с разработанной системой, а в контрольном идет обычный процесс. При выявлении типичных причин неуспеваемости учащихся школы, следует собрать информацию об учащихся каждой возрастной группы (из городских, сельских школ, о неуспеваемости мальчиков и девочек и др.). В этом случае специальным опросом надо получить данные о причинах неуспеваемости школьников всех классов с первого до выпускного. Когда речь идет об эксперименте по воспитательным проблемам, то здесь возможны случаи, когда в эксперимент вовлекаются лишь 30-40 человек. Если же исследователь разрабатывает рекомендации для целой возрастной группы, то в эксперимент надо включать представителей всех возрастов.

## Раздел 6. Статистические гипотезы в изучении педагогических процессов

### *Теоретические основы проверки гипотез*

В основе педагогической практики лежит совокупность эмпирических методов, направленных на познание процесса воспитания человека.

Одним из методов педагогической науки, направленном на принятия решения о том, противоречит ли рассматриваемая статистическая гипотеза наблюдаемой выборке данных, является проверка гипотезы.

Слово гипотеза происходит от греческого «hypothesis» – основание, предположение. Гипотеза – это предположение или суждение о распределении или параметрах генеральной совокупности, принимаемое или отвергаемое на основе выборочной совокупности.

Гипотеза, с точки зрения философии – форма знания, содержащая предположение, сформулированное на основе ряда фактов, истинное значение которого неопределимо и нуждается в доказательстве. Гипотетическое знание носит вероятный, а не достоверный характер и требует проверки и обоснования.

Для некоторых задач, решение которых не содержит последовательных логических преобразований, выдвижение и проверка на истинность гипотезы являются единственной формой решения.

Гипотеза в педагогике понимается, как основание, предположение, выдвигаемое с целью объяснения причин, свойств и существования явлений действительности. Формулировка гипотезы в педагогических исследованиях, как правило, направлена на определение условий протекания тех или иных педагогических процессов и явлений.

В процессе построения и применении гипотез в педагогическом исследовании необходимо учитывать определённые условия. В настоящее время выделено три условия для правильного построения и применения педагогической гипотезы:

1. Гипотеза должна иметь достаточное обоснование, а также быть внутренне непротиворечивой.
2. Исследователь не должен допускать противоречия между гипотетическими и уже установленными положениями.
3. Процесс научно-педагогического познания необходимо строить так, чтобы гипотезы использовались наряду с иными формами научного познания.

Принято выделять следующие виды гипотез:

- гипотезы о законах распределения и гипотезы о параметрах распределения,

- простые и сложные,
- параметрические и непараметрические.

Параметрическими называются гипотезы в которой содержится некоторое утверждение о значении параметра распределения известного вида.

Непараметрической называется гипотеза обо всем распределении.

Простой называется гипотеза в которой содержится утверждение об одном значении параметра.

Если гипотеза содержит утверждение о нескольких значениях параметра, то она называется сложной.

Реализация проверки гипотез в педагогике основывается на фактических наблюдениях - данных выборки. Если данные выборки не противоречат гипотезе, то есть разницы между фактическими данными и выдвинутыми по гипотезе показателями можно считать равной нулю, то гипотеза принимается. Выдвинутую гипотезу ( $H_0$ ) называют нулевой или основной. Противоречащую ей гипотезу называют альтернативной ( $H_1$ ). На практике выбор гипотезы как основной или альтернативной во многом обуславливает дальнейший результат исследования, поэтому требует специального обоснования.

Проверка статистической гипотезы не является доказательством ее верности или нет. Принятие основной гипотезы свидетельствует о ее непротиворечивости имеющимся фактическим данным.

Проверка гипотез в педагогике базируется на следующих этапах реализации:

1. Формулировка основной ( $H_0$ ) гипотезы
2. Формулировка альтернативной ( $H_1$ ) гипотезы
3. Выбор статистического критерия
4. Выбор уровня значимости  $\alpha$
5. Определение критической области, соответствующей этому уровню значимости
6. Анализ возможных последствий принятия ошибочного решения
7. Расчет фактического значения критерия
8. Формулировка вывода. Если фактическое значение попадает в критическую область, то основная гипотеза отвергается, а альтернативная принимается. Если фактические значения попадают в область допустимых значений, то основная гипотеза принимается, а альтернативная отвергается.

В процессе проверки гипотез в педагогике возможно возникновение ошибок двух видов: ошибок первого рода и ошибок второго рода.

Ошибка первого рода состоит в том, что будет отвергнута правильная гипотеза; вероятность совершить такую ошибку обозначают  $\alpha$  и называют ее уровнем значимости. Ошибка второго рода состоит в том, что будет принята неправильная гипотеза, вероятность которой обозначают  $\beta$ , а мощностью критерия является вероятность  $1-\beta$ .

Чем меньше уровень значимости, тем меньше вероятность ошибок первого рода. Вероятность  $\alpha$  и  $\beta$  зависят от выбора критической области. Если объем выборки не изменяется, то уменьшение одной из вероятностей приводит к увеличению другой. Одновременное уменьшение вероятностей возможно только за счет увеличения выборки.

Практические аспекты проверки гипотез в педагогике позволяют выделить следующие гипотезы на параметрических методах:

1. проверка гипотезы о средних величинах;
2. проверка гипотезы о дисперсиях;
3. проверка гипотезы о характере распределения.

#### *Проверка гипотез о средних величинах*

Проверка гипотезы о средних величинах предполагает три варианта построения гипотезы:

- сравнения средних двух генеральных совокупностей;
- сравнения выборочной средней с гипотетической генеральной средней;
- сравнения средних ряда динамики.

Необходимым условием проверки гипотезы является распределение признака в генеральной совокупности по нормальному закону распределения.

Проверка гипотезы о равенстве средних по двум независимым выборкам при известных дисперсиях предполагает формулирование основной гипотезы  $H_0: \bar{X} = \bar{Y}$  и альтернативной гипотезе  $H_1: \bar{X} \neq \bar{Y}$ .

Для проверки гипотезы будет использоваться статистика:

$$t_{\text{расч}} = \frac{(x - y)\sqrt{n}}{S}$$

Проверка основной гипотезы осуществляется с помощью t-распределения Стьюдента числом степеней свободы  $v=n-1$ .

При уровне значимости  $\alpha$  если  $|t_{\text{расч}}| > t_{\text{кр}}$ , то основная гипотеза отвергается и, следовательно, средние совокупностей существенно отличаются.

Рассматривая прикладные аспекты проверки гипотезы о средней двух генеральных совокупностей. С этой целью проведем анализ результатов тестирования группы студентов по итогам формирования компетенции направления «Экономика» ОК-1. Данная компетенция формируется в процессе изучения трех дисциплин. Оценим существует ли влияние на степень освоения компетенции изучение второй дисциплины. С этой целью был произведен опрос группы студентов из 15 человек после изучения первой и второй дисциплины (табл. 6.1).

**Таблица 6.1 - Результаты тестирования студентов по степени сформированности компетенции**

Студент	До изучения дисциплины «Макроэкономика»	После изучения дисциплины «Микроэкономика»	$\bar{x} - \bar{y}$	$(\bar{x} - \bar{y})^2$
1	40	63	-23	529
2	41	60	-19	361
3	43	59	-16	256
4	39	58	-19	361
5	35	58	-23	529
6	35	56	-21	441
7	38	54	-16	256
8	33	53	-20	400
9	38	53	-15	225
10	34	50	-16	256
11	32	47	-15	225
12	31	46	-15	225
13	22	44	-22	484
14	20	40	-20	400
15	21	40	-19	361
Итого:			-279	5309

Проверим гипотезу для этих выборок на отсутствие влияния результатов освоения дисциплины на степень сформированности компетенции у студентов с уровнем значимости 0,05.

$$H_0: \bar{x} = \bar{y}$$

$$H_1: \bar{x} \neq \bar{y}$$

Для проверки гипотезы рассчитаем статистику

$$t_{\text{расч}} = \frac{(\bar{x} - \bar{y})\sqrt{n}}{S} = 24,67$$

Критическое значения t-распределения Стьюдента для уровня значимости 0,05 будет равно 2,145. Следовательно, с вероятностью 95% мы отвергаем основную гипотезу о равенстве средних и средние существенно различаются. Таким образом, изучение второй дисциплины оказало влияние на степень сформированности компетенции ОК-1.

Проверка гипотезы о сравнении выборочной средней с гипотетической генеральной средней основывается на  $H_0: \bar{x} = \bar{x}_0$  и альтернативной гипотезе  $H_1: \bar{x} \neq \bar{x}_0$ , где  $x_0$  произвольное заданное значение.

Проверка основной гипотезы осуществляется с помощью t-распределения Стьюдента числом степеней свободы  $v=n-1$ .

$$t_{\text{расч}} = \frac{(\bar{x} - \bar{x}_0) \sqrt{n}}{S}$$

При уровне значимости  $\alpha$ , если  $|t_{\text{расч}}| > t_{\text{кр}}$ , то основная гипотеза отвергается и, следовательно, средняя выборочной совокупности отличается от гипотетической величины.

Рассматривая прикладные аспекту проверки гипотезы о сравнении выборочной средней с гипотетической генеральной средней сформируем основную и альтернативную гипотезы:

$$H_0: \bar{x} = \bar{x}_0$$

$$H_1: \bar{x} \neq \bar{x}_0$$

В качестве  $x_0$  зададим значение степени освоения компетенции ОК-1 равным 95. Следует отметить, что данное значение произвольно и в нашем случае показывает степень освоения компетенции в процентах, соответственно может изменяться от 0 до 100.

С этой целью проведем анализ результатов тестирования группы студентов по итогам формирования компетенции направления «Экономика» ОК-1. Данная компетенция формируется в процессе изучения трех дисциплин. Оценим достигнуто ли заданное значение после изучения второй дисциплины. С этой целью воспользуемся данными тестирования студентов после изучения второй дисциплины (табл. 6.1).

Проверка гипотезы осуществляется с помощью t-распределения Стьюдента числом степеней свободы  $v=n-1$ :

$$t_{\text{расч}} = \frac{(\bar{x} - \bar{x}_0) \sqrt{n}}{S} = 6,09$$

Критическое значения  $t$ -распределения Стьюдента для уровня значимости 0,05 будет равно 2,145. Следовательно, с вероятностью 95% мы отвергаем основную гипотезу о равенстве средней и гипотетической величины. Таким образом, изучение второй дисциплины не позволило в полном объеме сформировать компетенцию ОК-1.

Проверка гипотезы сравнения средних ряда динамики является частным случаем и позволяет оценить наличие основной тенденции средней величины в исследуемом ряду динамики. При проверке, временной ряд разбивается на две примерно равные части по числу членов, каждая из которых рассматривается как некоторая самостоятельная выборочная совокупность, имеющая нормальное распределение. Если временной ряд имеет тенденцию средней величины, то средние, вычисленные для каждой совокупности, должны существенно (значимо) различаться между собой.

Таким образом, проверка наличия тренда в исследуемом ряду сводится к проверке гипотезы о равенстве средних двух нормально распределенных совокупностей. Следовательно, выдвигается основная гипотеза  $H_0: \bar{Y}_1 = \bar{Y}_2$  и альтернативная  $H_1: \bar{Y}_1 \neq \bar{Y}_2$ .

В основе проверки гипотезы лежит  $t$ -критерий Стьюдента, расчетное значение которого может быть получено по формуле:

$$t_{\text{расч}} = \frac{\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2}{\sqrt{\sigma_1^2(n_1 - 1) + \sigma_2^2(n_2 - 1)}} \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 - 2)}{n_1 + n_2}}$$

где:  $\bar{Y}_1$  - средняя ряда  $y_1$  с числом уровней  $n_1$ ;

$\bar{Y}_2$  - средняя ряда  $y_2$  с числом уровней  $n_2$ ;

$n_1$  и  $n_2$  - число уровней ряда  $y_1$  и  $y_2$ .

Если  $|t_{\text{расч}}| < t_{\text{кр}}(\alpha; k_1 + k_2)$ , то нет оснований отвергать нулевую гипотезу о равенстве средних, следовательно, средние равны и тенденция в ряду отсутствует. Если принимается альтернативная гипотеза, то средние существенно отличаются, и тенденция в ряду динамики существует.

Рассматривая прикладные аспекты проверки гипотезы о сравнении средних в ряду динамики. Изучим существовала ли тенденция в



средней сумме баллов ЕГЭ при зачислении на первый курс направления «Экономика». С этой целью сформируем ряд динамики (табл.6.2).

**Таблица 6.2 - Средняя сумма баллов ЕГЭ абитуриентов, поступивших на направление «Экономика»**

Год зачисления	Сумма баллов ИГА
2009	180
2010	195
2011	210
2012	205
2013	220
2014	235
2015	242

При проверке, временной ряд разбивается на две примерно равные части по числу членов, каждая из которых рассматривается как некоторая самостоятельная выборочная совокупность, имеющая нормальное распределение.

Проверка наличия тренда в исследуемом ряду сводится к проверке гипотезы о равенстве средних двух нормально распределенных совокупностей. Выдвигается основная и альтернативная гипотеза:

$$H_0: \bar{y}_1 = \bar{y}_2$$

$$H_1: \bar{y}_1 \neq \bar{y}_2$$

В основе проверки гипотезы лежит t- критерий Стьюдента, расчетное значение которого получено по формуле:

$$t_{\text{расч}} = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2}{\sqrt{\sigma_1^2(n_1 - 1) + \sigma_2^2(n_2 - 1)}} \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 - 2)}{n_1 + n_2}} = 4,187$$

Критическое значение t- критерий Стьюдента при уровне значимости 0,05 равно 2,571. Таким образом, с вероятностью 95% мы отвергаем основную гипотезу о равенстве средних и, следовательно, в ряду динамики существует тенденция. То есть средняя сумма баллов по ЕГЭ изменяется из года в год.

Гипотеза о дисперсии в педагогической практике также может использоваться как при сравнении дисперсий выборочных или генеральных совокупностей, так и при анализе динамики изучаемого явления.

В процессе проведения педагогического исследования бывает необходимо проверить предположение о равенстве двух дисперсий. Для решения этой задачи формулируют и проверяют гипотезу о дисперсиях. Гипотеза о дисперсиях позволяет сравнивать величины выборочных дисперсий двух независимых выборок с помощью F-критерия Фишера.

Для вычисления  $F_{\text{расч}}$  нужно найти отношение дисперсий двух выборок. Расчетное значение критерия определяется путем деления величины большей дисперсии на величину меньшей дисперсии.

$$F_{\text{расч}} = \frac{\sigma_x^2}{\sigma_y^2}$$

где:  $\sigma_x^2$  - дисперсия первой выборки

$\sigma_y^2$  - дисперсия второй выборки

Проверка значимости гипотезы осуществляется на основе F-критерия Фишера для заданного уровня значимости  $\alpha$  и степеней свободы  $v_1$  и  $v_2$ .

Число степеней свободы определяются следующим образом:

$$v_1 = n_x - 1$$

$v_2 = n_y - 1$  или наоборот, если дисперсия по второй выборке будет больше дисперсии по первой выборке.

Если  $F_{\text{расч}} > F_{\text{кр}}$ , то с заданным уровнем значимости различие двух дисперсий значимо.

Рассматривая прикладные аспекты проверки гипотезы о сравнении дисперсий. Изучим существовала ли различия в результатах тестирования группы студентов по итогам формирования компетенции направления «Экономика» ОК-1. Данная компетенция формируется в процессе изучения трех дисциплин. Оценим существует ли влияние на степень вариации освоения компетенции по окончании изучения первой и второй дисциплины. С этой целью был произведен опрос группы студентов из 15 человек после изучения каждой дисциплины (табл. 6.3).

**Таблица 6.3. - Результаты тестирования студентов по степени сформированности компетенции**

студент	До изучения дисциплины «Макроэкономика»	После изучения дисциплины «Микроэкономика»	$x^2$	$y^2$
1	40	63	1600	3969
2	41	60	1681	3600
3	43	59	1849	3481
4	39	58	1521	3364
5	35	58	1225	3364
6	35	56	1225	3136
7	38	54	1444	2916
8	33	53	1089	2809
9	38	53	1444	2809
10	34	50	1156	2500
11	32	47	1024	2209
12	31	46	961	2116
13	22	44	484	1936
14	20	40	400	1600
15	21	40	441	1600
Итого	502	781	17544	41409

Гипотеза о равенстве дисперсий проверим с помощью F-критерия Фишера.

Для вычисления статистики  $F_{расч}$  найдем отношение дисперсий двух выборок. Расчетное значение критерия определяется путем деления величины большей дисперсии на величину меньшей дисперсии.

$$F_{расч} = \frac{\sigma_y^2}{\sigma_x^2} = 1,001$$

где:  $\sigma_x^2$  - дисперсия первой выборки;

$\sigma_y^2$  - дисперсия второй выборки.

Проверка значимости гипотезы осуществляется на основе F-критерия Фишера для заданного уровня значимости  $\alpha$  и степеней свободы  $v_1$  и  $v_2$ .

Число степеней свободы определяются следующим образом:

$$v_1 = n_y - 1 = 14$$

$$v_2 = n_x - 1 = 14.$$

Критическое значение F-критерия при заданном уровне значимости равно 2,53. Следовательно, основная гипотеза не принимается и с вероятностью 95% можно считать, что значения дисперсий существенно не различаются. Таким образом, на вариацию степени формирования компетенции не оказывает влияние этап формирования компетенции.

Второй подход к проверке гипотезы о дисперсии основывается на рассмотрении динамической информации. Проверяемая гипотеза о равенстве дисперсий позволяет оценить наличие тенденции дисперсий в ряду динамики.

Основная гипотеза  $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ , альтернативная гипотеза  $H_1: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ .

$F_{расч} = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2}$ , если дисперсия первого ряда больше дисперсии второго ряда,  $F_{расч} = \frac{\sigma_2^2}{\sigma_1^2}$ , если дисперсия второго ряда больше дисперсии первого ряда, где:  $\sigma_1^2$  - дисперсия первого ряда,  $\sigma_2^2$  - дисперсия второго ряда

Проверка значимости гипотезы осуществляется на основе F-критерия Фишера для заданного уровня значимости  $\alpha$  и степеней свободы  $v_1$  и  $v_2$ .

Число степеней свободы определяются следующим образом:

$$v_1 = n_1 - 1$$

$v_2 = n_2 - 1$  или наоборот, если дисперсия по второй выборке будет больше дисперсии по первой выборке.

Если  $F_{расч} > F_{кр}$ , то различие двух дисперсий значимо и следовательно в исследуемом ряду динамики существует тенденция дисперсии.

Рассматривая прикладные аспекту проверки гипотезы о сравнении дисперсий в ряду динамики. Изучим существовала ли тенденция в дисперсии суммы баллов ЕГЭ при зачислении на первый курс направления «Экономика». С этой целью рассмотрим ряд динамики (табл.6.2).

Сформулируем основную и альтернативную гипотезу:

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2,$$

$$H_1: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2.$$

Рассчитанная дисперсия по второй части ряда больше, чем дисперсия, рассчитанная по первой части ряда. Следовательно, для проверки гипотезы рассчитаем статистику

$$F_{\text{расч}} = \frac{\sigma_2^2}{\sigma_1^2} = 1,36$$

Проверка значимости гипотезы осуществляется на основе F-критерия Фишера для заданного уровня значимости  $\alpha=0,05$  и степеней свободы  $\nu_1$  и  $\nu_2$ .

Число степеней свободы определяются следующим образом:

$$\nu_1 = n_2 - 1 = 3$$

$$\nu_2 = n_1 - 1 = 2.$$

$F_{\text{расч}} < F_{\text{кр}}$ , следовательно с вероятностью 95% основная гипотеза принимается и различия двух дисперсий незначимо и, следовательно, в исследуемом ряду динамики тенденция дисперсии отсутствует.

#### *Проверка гипотез о характере распределения*

Проверка гипотезы о предполагаемом законе неизвестного распределения производится так же, как и проверка гипотезы о параметрах распределения, т. е. при помощи специально подобранной случайной величины – критерия согласия.

Критерием согласия называют критерий проверки гипотезы о предполагаемом законе неизвестного распределения.

Имеется несколько критериев согласия: Пирсона К., Колмагорова, Смирнова и др.

Ограничимся описанием применения критерия Пирсона и проверки гипотезы о нормальном распределении генеральной совокупности. С этой же целью будем сравнивать эмпирические (наблюдаемые) и теоретические частоты (вычисленные в предположении нормального распределения).

Обычно эмпирические и теоретические частоты различаются. Возможно, что расхождение случайно и объясняется малым числом наблюдений либо способом их группировки, либо другими причинами. Возможно, что расхождение частот неслучайно (значимо) и объясняется тем, что теоретические частоты вычислены исходя из неверной гипотезы о нормальном распределении генеральной совокупности.

Критерий Пирсона отвечает на поставленный выше вопрос. Правда, как и любой критерий, он не доказывает справедливость гипотезы, а лишь устанавливает на принятом уровне значимости ее согласие или несогласие с данным наблюдением.

Пусть по выборке объема  $n$  получено эмпирическое распределение.

Допустим, что в предположении нормального распределения генеральной совокупности вычислены теоретические частоты  $n'_i$ . При условии значимости  $\alpha$  требуется проверить нулевую гипотезу о нормальном распределении генеральной совокупности.

В качестве критерия проверки нулевой гипотезы примем случайную величину:

$$\chi^2 = \sum \frac{(n_i - n'_i)^2}{n'_i}$$

где:  $n_i$  – эмпирические частоты,  $n'_i$  – теоретические частоты.

Эта величина случайная, так как в различных опытах она принимает различные, заранее неизвестные значения. Чем меньше различаются эмпирические и теоретические частоты, тем меньше величина критерия и, следовательно, он в известной степени характеризует близость эмпирического и теоретического распределения.

Доказано, что при неограниченном увеличении  $n$  закон распределения случайной величины независимо от того, какому закону распределения подчинена генеральная совокупность, стремится к закону распределения  $\chi^2$  и зависит от  $k$  степеней свободы. Поэтому случайная величина обозначена через  $\chi^2$ , а сам критерий называют критерием согласия «хи квадрат».

Число степеней свободы находят по равенству  $k=s-1-r$ ,

где:  $s$  – число групп (частичных интервалов) выборки;

$r$  – число параметров предполагаемого распределения, которые оценены по данным выборки.

В частности, если предполагаемое распределение нормальное, то оценивают два параметра (математическое ожидание и среднее квадратичное отклонение). Поэтому  $r = 2$  и число степеней свободы  $k=s-1-r=s-1-2=s-3$ .

Поскольку односторонний критерий более "жестко" отвергает нулевую гипотезу, чем двусторонний, построим правостороннюю критическую область исходя из требования, чтобы вероятность попадания критерия в эту область в предположении справедливости нулевой гипотезы была равна принятому уровню значимости  $\alpha$ .

$$P(\chi^2 > \chi^2_{kp}(a;k)) = \alpha.$$

Таким образом, правосторонняя область определяется неравенством  $\chi^2 > \chi^2_{kp}(a;k)$ , а область принятия нулевой гипотезы – неравенством  $\chi^2 \leq \chi^2_{kp}(a;k)$ .

Алгоритм применения критерия Пирсона.

1. Выдвигают нулевую гипотезу о нормальном законе распределения случайной величины  $X$  и находят его параметры.

2. Определяют теоретические частоты  $n'_i$ , соответствующие опытным частотам. Если среди опытных частот имеются малочисленные, то их необходимо объединить с соседними. Интервалы после объединения будем обозначать  $(a_i; b_i)$ . Число интервалов должно быть не менее 4-х.

3. По формуле вычисляют величину:

$$\chi^2 = \sum \frac{(n_i - n'_i)^2}{n'_i}$$

4. Определяем число степеней свободы  $k = l - 3$ , где  $l$  – число интервалов после объединения.

5. Находят уровень значимости  $\alpha = 1 - g$ , где:  $g$  – доверительная вероятность; при  $g = 0,95$ ,  $\alpha = 0,05$ .

6. По таблице при заданных  $\alpha$  и  $k$  находят значение

$\chi^2_{кр}(\alpha, k)$  которое является критической точкой.

7. Если  $\chi^2_{набл} < \chi^2_{кр}$ , нет оснований отвергнуть нулевую гипотезу.

Если  $\chi^2_{набл} > \chi^2_{кр}$ , нулевую гипотезу отвергают.

Рассматривая прикладные аспекты проверки гипотезы о характере распределения. С этой целью рассмотрим распределение студентов четвертого курса направления «Экономика» по набранным баллам БРС по результатам теоретического курса (табл. 6.4).

**Таблица 6.4 - Распределение студентов четвертого курса направления «Экономика» по набранным баллам БРС по результатам изучения теоретического курса**

Группы студентов по количеству набранных баллов	Численность студентов, чел
2400-2800	12
2800-3200	24
3200-3600	28
3600-4000	10
Итого	74

Выдвигаем основную гипотезу о нормальном законе распределения данной совокупности.

Расчетная статистика хи-квадрат для распределения - 0,7703.

$\chi^2_{кр}(\alpha, k)$ , для вероятности 0,3 составляет 1,074.

Следовательно, с вероятностью 30% можно утверждать, что данное распределение подчиняется нормальному закону распределения.

Сегодня в нашей стране происходит становление новой системы образования, ориентированной на интеграцию в мировое информационно-образовательное пространство. Этот процесс сопровождается заметными изменениями в организации процесса обучения, который должен соответствовать современным техническим возможностям. Проникновение современных информационных технологий в сферу образования позволяет качественно изменить методы и организационные формы обучения, сделав его более удобным и доступным<sup>50</sup>.

В соответствии с Федеральным законом от 29.12.2012 № 273-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «Об образовании в Российской Федерации» особое внимание уделено применению электронного обучения, что открывает вузам новые возможности и перспективы. Кроме того, Законом закреплена не только возможность применения новых технологий, но и обязанность обеспечения доступа к образовательным ресурсам в электронном виде.

В условиях развития информационного общества в образовательную систему все глубже проникает *дистанционное*, виртуальное обучение. Для успешной социальной и профессиональной адаптации школьник, студент, специалист в обязательном порядке должны отвечать новым требованиям, которые предъявляет к ним современное общество, компьютеризированное и опутанное сетью Интернет. Но вместе с требованиями это общество предоставляет и массу возможностей для человека, который хочет получать новые знания. Во-первых, использование компьютерных технологий в образовании существенно расширяет возможности интеллектуального и познавательного развития учащихся, обеспечивая доступ к любой информации по изучаемому предмету. Во-вторых, дистанционная передача информации обеспечивает равные возможности для получения образования и непрерывного повышения квалификации всем людям независимо от их места жительства и социально-экономического положения. В-третьих, возможность кардинально поднять качество образования за счет обеспечения индивидуальности темпа и графика изучения материала, предоставления возможности сочетать обучение с трудовой деятельностью, оперативности включения в учебный процесс самых свежих знаний, привлечения к разработке общедоступных учебных материалов наиболее ква-

<sup>50</sup> <http://www.kp.ru/guide/organizatsija-obrazovaniya.html>



лифицированных педагогов и ученых, вне зависимости от их места работы и проживания<sup>51</sup>.

Поскольку образовательная среда является одной из составляющих информационного общества, исследование методов информатизации лекций и семинаров представляет существенный интерес.

В педагогических исследованиях используются различные подходы к конструированию информационных образовательных проектов (услуг). В ВУЗах, как правило, используют смешанные формы обучения: наряду с очными занятиями в аудитории широко используются дистанционные формы, например, для промежуточного оценивания знаний обучающихся и для обеспечения доступа обучающихся к электронным библиотекам. Таким образом, наряду с традиционными формами обучения повсеместно происходит их смешение электронными формами. Смешанное обучение может использовать различные методики<sup>52</sup>. Используемые методы можно условно разделить на две группы: *синхронные (on-line)* и *асинхронные (off-line)*. С появлением синхронного и асинхронного обучения термин «смешанное» начал соотноситься с широким кругом методик обучения:

проводимые в аудитории под руководством преподавателя (instructor-led training – ILT);

синхронное или асинхронное электронное обучение (e-learning);

использование мобильных технологий и обучением во время работы (on-the-job training – OJT)<sup>53</sup>.

При выборе наиболее подходящей системы обучения необходимо взвешивать преимущества каждого метода, связанные с ним расходы и требуемые ресурсы. Статистические методы анализа позволяют оценить преимущества применяемых методик в образовательном процессе, проследить взаимосвязи между условиями, качеством и эффективностью обучения.

В качестве инструментария статистического анализа для оценки установления связей воспользуемся *непараметрическими методами*

---

<sup>51</sup> Петрова Е.В. Петрова Информационная компетентность в образовании как залог успешной адаптации человека в информационном обществе.// Информационное общество, 2012 вып. 2, с. 37-43

<sup>52</sup> Андреев, А.А., Трайнев, И.В. Методические и практические основы конструирования информационных образовательных проектов на примере электронных лекций и электронных семинаров.// Информационное общество, 2012 вып. 5, с. 25-37

<sup>53</sup> Андреев, А.А., Трайнев, И.В. Методические и практические основы конструирования информационных образовательных проектов на примере электронных лекций и электронных семинаров.// Информационное общество, 2012 вып. 5, с. 25-37

исследования (*nonparametric tests*). Непараметрические методы предполагают, что переменные измерены с помощью *номинальной* или *порядковой* шкал.

Для выявления взаимосвязи между альтернативными признаками (измеренными по номинальной шкале) используется *критерий хи-квадрат*. С целью определения тесноты между признаками применяются коэффициенты ассоциации и контингенции, фи-коэффициент, коэффициент взаимной сопряженности, а также коэффициенты Пирсона и Чупрова.

В таблице 7.1 представлены результаты опроса студентов одного из факультетов по степени удовлетворенности различными формами обучения.

**Таблица 7.1 - Зависимость степени удовлетворенности студентов качеством образования от формы обучения**

Форма обучения	Численность студентов, чел.	
	удовлетворены	не удовлетворены
Традиционное обучение	175	30
Смешанное обучение	225	190

Для оценки степени зависимости воспользуемся коэффициентами ассоциации и контингенции<sup>54</sup>:

$$K_a = \frac{ad - bc}{ad + bc} \quad K_k = \frac{ad - bc}{\sqrt{(a+b)(b+d)(a+c)(c+d)}}$$

По результатам расчетов  $K_a = 0,66 (\geq 0,5)$ ,  $K_k = 0,31 (\geq 0,3)$ . Следовательно, между степенью удовлетворенностью качеством образования и формой обучения имеется статистически значимая связь.

При выборе наиболее подходящей системы обучения необходимо взвешивать преимущества каждого метода с целью оценки качества усвоения материала. В таблице 7.2 представлены результаты тестирования студентов по дисциплине «Статистика», использующих различные методы обучения.

<sup>54</sup> Статистика: учебник для бакалавров/Н.А.Садовникова [и др.]; под ред. В.Г.Минашкина. - М: Издательство Юрайт, 2013.- 448с.-Серия: Бакалавр. Базовый курс.

**Таблица 7.2 - Зависимость качества усвоения материала  
от метода обучения**

Методы обучения	Уровень усвоения материала		
	низкий	средний	высокий
Асинхронное электронное	14	20	25
Синхронное электронное	10	23	6
Обучение с преподавателем	20	18	16
Обучение во время работы	10	10	15
Мобильные технологии	8	10	17

Статистическая значимость наблюдаемой связи может быть измерена при помощи критерия *хи-квадрат* (*chi-square statistic,  $\chi^2$* )<sup>55</sup>. Для расчета критерия определяются теоретические частоты (ожидаемые) по формуле:

$$f_{xy} = \frac{n_x n_y}{n}$$

где:  $n_x$  — итоговое значение в строке;

$n_y$  — итоговое значение в столбце;

$n$  — объем совокупности.

В нашем примере ожидаемая частота распределения признаков для ячеек выглядит следующим образом (табл.7.3):

**Таблица 7.3 – Теоретические частоты**

Методы обучения	Уровень усвоения материала		
	низкий	средний	высокий
Асинхронное электронное	16,48	21,53	21,00
Синхронное электронное	10,89	14,23	13,88
Обучение с преподавателем	15,08	19,70	19,22
Обучение во время работы	9,77	12,77	12,45
Мобильные технологии	9,77	12,77	12,45

<sup>55</sup> Малхотра, Нзрен К. Маркетинговые исследования. Практическое руководство, 4-е издание.: Пер. с англ. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2007. – 1200с.

Так выглядит распределение переменных в случае отсутствия связи между переменными. Следует отметить, что критерий  $\chi^2$  можно применять в случае, если теоретические частоты в любой из ячеек больше 5.

Для вычисления значения  $\chi^2$  ожидаемые частоты сравнивают с эмпирическими частотами распределения признаков, соответствующими ячейкам таблицы по формуле:

$$\chi^2 = \sum \frac{(f_s - f_z)^2}{f_z}$$

Расчетные значения для определения критерия  $\chi^2$  представлены в таблице 7.4:

**Таблица 7.4 – Расчетные значения для определения  $\chi^2$**

Методы обучения	Уровень усвоения материала		
	низкий	средний	высокий
Асинхронное электронное	0,373	0,108	0,764
Синхронное электронное	0,073	5,405	4,472
Обучение с преподавателем	1,604	0,147	0,538
Обучение во время работы	0,005	0,601	0,520
Мобильные технологии	0,322	0,601	1,659

Таким образом, расчетное значение  $\chi^2 = 17,19$ . Для подтверждения связи между переменными расчетное значение сравнивают с критическим (табличным). Критическое значение хи-квадрат зависит от желаемой достоверности утверждения ( $\alpha$ ) и числа степеней свободы ( $\nu$ ).

Число степеней свободы определяется из количества столбцов ( $k$ ) и строк ( $l$ ) в таблице по следующей формуле:  $(k - 1) \times (l - 1)$ .

В нашем примере:  $k = 3$  и  $l = 5$ . Таким образом, число степеней свободы равно:  $(3 - 1) \cdot (5 - 1) = 8$ .

По таблице  $\chi^2$  – распределения находим для числа степеней свободы 8 и вероятности 95% критическое значение хи-квадрат равно 15,507. Сравнивая расчетное значение хи-квадрат с критическим значением ( $17,19 > 15,507$ ), можно заключить, что с вероятностью 95% качество усвоения материала зависит от выбранного метода обучения.

Отметим, что критерий  $\chi^2$  можно использовать и для установления связи между альтернативными признаками.

На следующем этапе анализа определим степень тесноты связи между исследуемыми переменными. С этой целью воспользуемся коэффициентом сопряженности признаков (*contingency coefficient*)<sup>56</sup>.

$$c = \sqrt{\frac{\chi^2}{\chi^2 + n}}$$

Значения коэффициента сопряженности находятся в пределах от 0 до 1. При отсутствии связи он равен нулю (т.е. переменные статистически независимы), при сильной связи - 1 (но своего максимального значения он никогда не достигает). Для наших данных он равен:

$$c = \sqrt{\frac{\chi^2}{\chi^2 + n}} = 0,3.$$

Таким образом, значение коэффициента указывает на слабую связь.

Для измерения степени тесноты связи между альтернативными признаками можно применить фи-коэффициент (*phi coefficient,  $\phi$* )<sup>57</sup>:

$$\phi = \sqrt{\frac{\chi^2}{n}}.$$

По данным таблицы 1 значение  $\chi^2 = 58,2$ , что свидетельствует о наличии связи между переменными (критическое значение 3,841).

Тогда,

$$\phi = \sqrt{\frac{58,2}{620}} = 0,306.$$

Как показывают расчеты, несмотря на наличие связи, зависимость между удовлетворенностью качеством образования и формой обучения слабая.

<sup>56</sup> Малхотра, Нзреш К. Маркетинговые исследования. Практическое руководство, 4-е издание.: Пер. с англ. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2007. – 1200с.

<sup>57</sup> Малхотра, Нзреш К. Маркетинговые исследования. Практическое руководство, 4-е издание.: Пер. с англ. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2007. – 1200с.

Для оценки тесноты связи между атрибутивными признаками возможно также использовать коэффициенты взаимной сопряженности Пирсона и Чупрова<sup>58</sup>:

$$K_{\pi} = \sqrt{\frac{\varphi^2}{\varphi^2 + 1}} \quad K_{\chi} = \sqrt{\frac{\varphi^2}{\sqrt{(k-1)(l-1)}}}$$

где:

$$\varphi^2 = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^l \frac{f_{ij}^2}{m_i \cdot n_j} - 1$$

$k$  – число значений (групп) первого признака;

$l$  – число значений (групп) второго признака.

Интервал принимаемых значений коэффициентов от 0 до 1; чем ближе к 1, тем связь теснее.

В нашем примере коэффициент Пирсона равен 0,27, а коэффициент Чупрова – 0,17, что по-прежнему указывает на слабую зависимость между рассматриваемыми переменными.

В оценке эффективности педагогической деятельности достаточно часто применяются оценочные шкалы (рейтинги). Данный метод предполагает оценку эксперта по определенным характеристикам достижений, личностных качеств и т.п. по заданной шкале. В качестве эксперта могут выступать опытные методисты, директора школ, педагоги-новаторы, ученые-психологи, преподаватели вузов, сотрудники научных центров, института повышения квалификации и т.п. В частности, при исследовании профессиональной квалификации учителя и установлении уровня его педагогического мастерства эксперты в соответствии с предложенной шкалой дают оценку отдельным качествам и действиям педагога<sup>59</sup>. По результатам составления рейтингов ставится задача проверки переменных из одной выборки, двух и более зависимых или взаимосвязанных выборок.<sup>60</sup> Данная задача реализуется также с помощью непараметрических методов, основанных на процедуре *ранжирования* (упорядочения) объектов изучения, которая выполняет-

<sup>58</sup> Статистика: учебник для бакалавров/Н.А.Садовникова [и др.]; под ред. В.Г.Минашкина. - М: Издательство Юрайт, 2013.-448с.-Серия: Бакалавр. Базовый курс.

<sup>59</sup> <http://paidagogos.com/?p=18> – Методы и методика педагогического исследования

<sup>60</sup> Будрейка, Н.Н. Непараметрические методы исследования в психологии. // Журнал Психологическая наука и образование, 2007, № 1, С.40-48

ся на основе предпочтения. Каждому значению присваивается *rang*, т.е. порядковый номер значений признака, расположенных в порядке возрастания или убывания их величин. Признаки, имеющие одинаковую количественную оценку, имеют ранг равный средней арифметической от соответствующих номеров мест. Данные ранги называются *связными*.<sup>61</sup>

В качестве критериев оценки различий в показателях центральной тенденции в педагогических исследованиях наиболее широко используется *U-критерий Манна-Уитни (Mann-Whitney U-test)*, который сравнивает различие в показателях положения двух совокупностей исходя из наблюдений, взятых из *двух независимых выборок*<sup>62</sup>. Например, при сравнении результатов контрольной и экспериментальной групп по одному или нескольким показателям.

Для расчета две выборочные совокупности объединяют и наблюдения ранжируют в порядке возрастания. Тест-статистику *U* вычисляют как количество повторений рангов из одной выборки или группы 1, которое находится впереди рангов из группы 2. Эмпирическое значение критерия отражает то, насколько велика зона совпадения между рядами и определяется по формуле<sup>63</sup>:

$$U_{\text{эмп}} = (n_1 \cdot n_2) + \frac{n_x \cdot (n_x + 1)}{2} - T_x;$$

где:  $n_1$  - число единиц наблюдения первой группы;

$n_2$  - число единиц наблюдения второй группы;

$T_x$  - большая из двух ранговых сумм;

$n_x$  - количество единиц наблюдения в группе с большей ранговой суммой.

Чем меньше эмпирическое значение, тем более вероятно, что различия достоверны.

<sup>61</sup> Статистика: учебник для бакалавров/Н.А.Садовникова [и др.]; под ред. В.Г.Минашкина. - М: Издательство Юрайт, 2013.-448с.-Серия: Бакалавр. Базовый курс.

<sup>62</sup> Будрейка, Н.Н. Непараметрические методы исследования в психологии. / Журнал Психологическая наука и образование, 2007, № 1, С.40-48

<sup>63</sup> <http://statpsy.ru/mann-uitteni/u-manna-uitteni/> - Математическая статистика для психологов

Рассмотрим различные уровни качества освоения дисциплины «Статистика» в двух группах, в одной из которых применялись исключительно традиционные методы обучения (без применения IT-технологий), в другой преобладали технологии on-line обучения (в частности, e-learning). Результаты эксперимента приведены в таблице 7.5.

**Таблица 7.5 – Результаты эксперимента, %**

Номер студента	Уровень усвоения дисциплины, %	
	традиционные методы (группа 1)	технологии on-line обучения (группа 2)
1	55	70
2	60	85
3	70	95
4	35	75
5	45	65
6	65	72
7	60	68
8	42	82
9	58	93
10	70	88
11	40	75
12	56	86
13	47	73
14	49	97
15	55	86
16	45	75
17	66	70
18	55	80
19	43	85
20	47	90



Расчет критерия произведен с использованием пакета «IBM SPSS». Результаты расчетов представлены в таблице 7.6.

**Таблица 7.6 - Зависимость уровня освоения дисциплины от используемых методов обучения**

Группы	Количество наблюдений	Средний ранг	Сумма рангов
Группа 1	20	10,88	217,50
Группа 2	20	30,13	602,5
Итого:	40	7,50	
<i>U-критерий Манна-Уитни</i>			

Как видно из таблицы 7.6, более высокое среднее значение ранга для группы 2 свидетельствует о том, что уровень освоения дисциплины группы, в которой используются технологии on-line обучения значительно выше уровня первой группы, в которой применяются традиционные формы обучения. Рассчитанное значение *U-критерий Манна-Уитни* (7,5) ниже критического значения (127). Таким образом, с вероятностью 95% можно заключить о статистической значимости различий между уровнем качества исследуемого признака в рассмотренных группах.

Для сравнения двух независимых выборок можно также использовать *критерий серий*, который используется при условии, если объекты упорядочены по времени или по уровню выраженности признака, а также если каждый объект отнесен к одной из двух категорий (х или у)<sup>64</sup>.

Важным непараметрическим критерием для *зависимых выборок* с целью изучения различий в показателях центральной тенденции является *критерий попарных сравнений Вилкоксона* (Wilcoxon matched-pairs signed-ranks test). Критерий основан на ранжировании абсолютных разностей пар значений зависимых выборок. Меньшему абсолютному значению разности приписывается меньший ранг. На следующем этапе суммируют положительные и отрицательные ранги. На основании положительных и отрицательных рангов рассчитывают сумму рангов, соответствующих нетипичным сдвигам, т.е. критерий

<sup>64</sup> Будрейка, Н.Н. Непараметрические методы исследования в психологии. / Журнал Психологическая наука и образование, 2007, № 1, С.40-48

*Вилкоксона*. Расчетное значение критерия сравнивают с критическим по таблице для избранного уровня статистической значимости при заданной численности единиц наблюдения сопоставляемых выборок  $n$ . Если эмпирическое значение меньше табличного критического или равно ему, то признается статистическая значимость изменений показателя в типичную сторону. Достоверность различий тем выше, чем меньше значение критерия. В противном случае статистическая значимость изменений отсутствует. Применение критерия ограничивается минимальным количеством единиц наблюдения равным 5 и максимальным – 50<sup>65</sup>.

С целью установления эффекта (усвоения материала) от использования презентаций на лекционных занятиях по дисциплине «Статистика» в рамках одной группы был проведен эксперимент. По результатам опроса студентов были получены следующие результаты (табл. 7.6.).

**Таблица 7.6 – Результаты эксперимента, балл**

Номер студента	Результаты опроса, балл (от 1 до 10)	
	До использования презентаций	После использования презентаций
1	3	7
2	2	8
3	5	10
4	6	5
5	7	6
6	5	6
7	4	8
8	7	7
9	3	8
10	6	6

Расчет критерия произведен с использованием пакета «IBM SPSS». Результаты расчетов представлены в таблице 7.7.

По таблице 7.7 видно, что у 6 из 10 опрошенных студентов качество усвоения материала на основе презентаций выше, чем у тех студентов, которые их не использовали. Средний ранг их равен 5,33. У двух студентов наблюдается отрицательная разность, что свидетельст-

<sup>65</sup> Будрейка, Н.Н. Непараметрические методы исследования в психологии. // Журнал Психологическая наука и образование, 2007, № 1, С.40-48

вует о снижении качества усвоения материала, средний ранг разности равен 2,00. Кроме того, есть два совпадающих ранга, указывающие на отсутствие эффекта в результате проведения эксперимента. Полученное расчетное значение критерия Вилкоксона  $|1,975|$  меньше табличного (5) при уровне значимости 0,05. Отметим, что нулевые сдвиги из анализа исключаются, при этом количество единиц наблюдения уменьшается соответственно. Таким образом, можно констатировать, что между эффектами присутствует статистическая значимость изменений показателя, следовательно, использование презентаций в образовательном процессе положительно влияет на качество усвоения дисциплины.

**Таблица 7.7 – Результаты расчета критерия Вилкоксона**

	Количество наблюдений	Средний ранг	Сумма рангов
Отрицательные ранги	2	2,00	4,00
Положительные ранги	6	5,33	32,00
Совпадающие ранги	2		
Итого:	10	-1,975	
<i>Критерий Вилкоксона</i>			
<i>Критерий знаков</i>		0,289	

*Критерий знаков (sign test)* не такой мощный, как критерий Вилкоксона, основанный на сравнении знаков разностей между парами переменных, при этом не учитывая величину разностей. С помощью данного критерия можно установить общее направление сдвига наблюдаемого признака, т.е. в лучшую или худшую сторону; усиления или ослабления; повышения или снижения. Данный критерий применяется также для зависимых выборок, при этом подсчет осуществляется только положительных и отрицательных разностей, что существенно при условии, если различия между выборками не слишком заметны<sup>66</sup>.

На основе исходных данных, приведенных в таблице 7.6, значение критерия знаков равно 0,289 (табл.7.7). Критическое значение с уровнем значимости 0,05 равно 1. Таким образом, вывод о наличии положительного сдвига после использования презентации подтверждается.

<sup>66</sup> Будрейка, Н.Н. Непараметрические методы исследования в психологии.// Журнал Психологическая наука и образование, 2007, № 1, С.40-48

На практике в целях изучения различий двух зависимых выборок на может использоваться *критерий значимости изменений Мак-Немара*, который применяется исключительно при наличии дихотомических переменных. При этом для двух зависимых переменных определяется, происходят ли какие-либо изменения в структуре распределения их значений. В большинстве наблюдений сравнение проводится с учетом временного фактора по схеме «до – после». Например, педагога может интересовать сравнительная эффективность различных методов обучения, изменение или улучшение результатов деятельности после тренировки навыков и т. п.<sup>67</sup>

Для *нескольких независимых выборок* также существует ряд критериев, позволяющих выявить достоверность различий между ними по одной или нескольким переменным. К ним относятся: *критерий Крускала-Уоллеса*, *Джонкхир-Терпстры*, *медианный критерий*. При расчете критериев Крускала-Уоллеса и медианного в качестве группирующей переменной можно использовать номинальные и ранговые данные, а для расчета Джонкхир-Терпстры – только ранговые<sup>68</sup>.

*Критерий Крускала-Уоллеса (Kruskal Wallis H)* используется для оценки различий между тремя и более выборками по уровню какого-либо признака. По сути, он служит непараметрическим аналогом дисперсионного однофакторного анализа для не связанных выборок (сумма рангов). По способу расчета он идентичен критерию Манна Уитни. Использование данного критерия предполагает, что при сопоставлении трех выборок, в которых соотношение наблюдений соответствует 3:2:2, различия будут на низшем уровне значимости (0,05), для того чтобы диагностировать различия на более высоком уровне значимости (0,01), необходимо чтобы число наблюдений соответствовало 3:3:3 или 4:2:2. Критическое значение установлено только для трех выборок. При достаточно большом объеме выборок (больше пяти) *H*-статистику можно аппроксимировать  $\chi^2$ -распределением. Необходимо также учитывать, что критерий Крускала-Уоллеса только констатирует наличие достоверных различий (по одной или нескольким переменным) между тремя и более выборками, но не указывает направление этих различий<sup>69</sup>.

<sup>67</sup> Там же.

<sup>68</sup> Там же.

<sup>69</sup> Будрейка, Н.Н. Непараметрические методы исследования в психологии. // Журнал Психологическая наука и образование, 2007, № 1, С.40-48

Эмпирическое значение непараметрического критерия Крускала-Уоллеса позволяет определить насколько несколько независимых распределения совпадают. Анализ пересечения выборок основывается на последовательном ранжировании значений с последующим вычислением среднего ранга для каждой из выборок. Расчет осуществляется по следующей формуле<sup>70</sup>:

$$H = \left[ \frac{12}{n(n+1)} \right] \sum_{j=1}^c \frac{T_j^2}{n_j} - 3(n+1);$$

где:  $n$  - общее количество наблюдений в объединенных выборках,

$n_j$  - количество наблюдений в  $j$ -й выборке ( $j = 1, 2, \dots, c$ ),

$T_j$  — сумма рангов  $j$ -й выборки.

С целью оценки навыков использования информационно-коммуникационных технологий среди студентов 1 курса было проведено тестирование до начала обучения, в середине семестра и в конце семестра (по окончании обучения). В проведенном исследовании приняли участие 10 студентов. Результаты тестирования оценены по 10-бальной шкале (табл.7.8).

**Таблица 7.8 – Результаты тестирования, балл**

Номер студента	Результаты тестирования, балл (от 1 до 10)		
	в начале семестра	в середине семестра	в конце семестра
1	4	7	8
2	5	4	7
3	3	6	10
4	4	5	6
5	3	4	8
6	4	6	7
7	4	5	9
8	3	5	9
9	5	4	5
10	5	4	6

<sup>70</sup> <http://statpsy.ru/kruskal/h-kruskal/> - Математическая статистика для психологов

Результаты расчета критерия получены с использованием пакета «IBM SPSS» (табл.7.9).

**Таблица 7.9 – Результаты расчета критерия Крускала-Уоллеса**

Групповые переменные	Количество наблюдений	Средний ранг
1	10	8,10
2	10	14,00
3	10	24,40
Итого:	30	
<i>Критерий</i>		18,226

Данные таблицы 7.9 демонстрируют, что различия между группами значимы для всех переменных. Поскольку объем выборки больше 5, то для оценки воспользуемся критерием  $\chi^2$ . Критическое значение на уровне значимости 0,05 и числом степеней свободы = 2, составило 5,99. Таким образом, можно сделать вывод о том, что различия между группами существенны.

Другой непараметрический критерий - *медианный критерий (median test)*, используемый для сравнения более двух независимых переменных, идентичен критерию  $\chi^2$  для таблиц сопряженности. По сути, он не такой мощный как критерий Крускала-Уоллеса, так как он просто использует положения каждой единицы наблюдения относительно медианы, а не ранг каждой единицы наблюдения<sup>71</sup>.

В анализе уровня использования ИКТ студентами получены следующие результаты (табл.7.10):

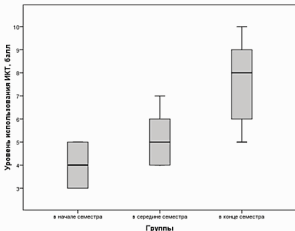
**Таблица 7.10 – Результаты расчета медианного критерия**

Статистики	Групповые переменные		
	1	2	3
Число наблюдений, лежащих выше общей медианы	0	3	9
Число наблюдений, которые лежат ниже (или равны) общей медианы	10	7	1
Значение медианы	5		
Число наблюдений	30		
Значение $\chi^2$	17,50		

<sup>71</sup> Будрейка, Н.Н. Непараметрические методы исследования в психологии.// Журнал Психологическая наука и образование, 2007, № 1, С.40-48

В таблице 7.10 результатов показано, что наибольшее число студентов, со значением признака больше медианного сосредоточено в третьей экспериментальной группе (9 студентов). Число студентов, со значением признака меньше медианного (или равны) расположены в первой группе. Таким образом, медианный тест подтверждает вывод об эффективности обучения студентов информационным технологиям.

На рисунке 7.1 представлено графическое изображение результатов расчета медианного критерия.



**Рисунок 7.1 – Результаты тестирования (на основе медианного критерия)**

*Критерий Джонкхира-Терпстры (Jonckheerterpstra)* используется не только для оценки различий между несколькими группами по уровню изменений переменной при переходе от одной группы к другой, но и выявляет тенденцию (направление) этих различий. Среди рассмотренных выше критериев при сравнении более двух независи-

мых выборок критерий Джонкхира-Терпстры является наиболее мощным, поскольку не только определяет наличие достоверных различий между группами, но и указывает на то, что эти различия также упорядочены по возрастанию. При использовании критерия необходимо учитывать, что число наблюдений в каждой выборке должно быть одинаково. Кроме того, число выборок должно быть от трех до шести, число наблюдений от двух до десяти<sup>72</sup>.

Расчет критерия осуществляется по следующей формуле:

$$S = 2 \sum R - \frac{C(C-1)}{2} n^2;$$

где: R- вектор итогов по каждому сравнению,

C- количество попарных сравнений,

n- число объектов в каждой группе.

С целью определения посещаемости лекционных занятий среди студентов разных курсов было организовано выборочное наблюдение. Результаты наблюдения представлены в таблице 7.11.

**Таблица 7.11 – Результаты наблюдения за посещаемостью студентов**

Номер студента	Количество посещений, ед.			
	1 курс	2 курс	3 курс	4 курс
1	12	10	8	4
2	8	9	7	6
3	10	6	6	5
4	9	7	6	3
5	12	8	5	0
6	8	7	7	2

По результатам расчетов критерия Джонкхира-Терпстры в пакете «IBM SPSS» были получены следующие результаты.

<sup>72</sup> Будрейка, Н.Н. Непараметрические методы исследования в психологии.// Журнал Психологическая наука и образование, 2007, № 1, С.40-48



**Таблица 7.12 – Результаты расчета критерия  
Джонкхира-Терпстры**

Статистики	Значение
Число групп	4
Число наблюдений	24
Критерий Джонкхира-Терпстры	19,5
Среднее значение критерия Джонкхира-Терпстры	108,0
Стандартное отклонение статистики	19,281

По таблице критических значений для нашего критерия найдем, что для четырех групп по 6 единицам наблюдений в каждой  $S_{критич.}=153$ . Так как расчетное значение меньше табличного, следовательно, гипотеза об упорядоченности совокупности подтверждается. Таким образом, можно заключить, что по мере перехода на старшие курсы посещаемость лекционных занятий снижается.

В педагогических исследованиях наряду с вышеописанными непараметрическими критериями имеются те, с помощью которых можно оценивать различия между результатами нескольких повторных измерений, проведенных с помощью одной методики на одной и той же группе единиц наблюдения. К ним относят: *критерий Фридмана, критерий Кендалла и критерий Кохрана*.

*Критерий Фридмана (Friedman test)* является наиболее популярным для выявления достоверности различий трех и более измерений, произведенных на одной и той же выборке единиц наблюдения. Данный критерий достаточно эффективен в случаях повторных измерений изучаемого признака на небольших выборках. Он основан на ранжировании ряда повторных измерений для каждого объекта выборки. На следующем шаге вычисляется сумма рангов для каждого из условий (повторных измерений). В случае принятия статистической гипотезы об отсутствии различий между повторными измерениями, можно ожидать примерное равенство сумм рангов для этих условий. Чем больше различаются зависимые выборки по изучаемому признаку, тем больше эмпирическое значение  $\chi^2$  критерия Фридмана. В противном случае принимается альтернативная гипотеза о различиях выборок по исследуемому признаку<sup>73</sup>.

<sup>73</sup> Будрейка, Н.Н. Непараметрические методы исследования в психологии // Журнал Психологическая наука и образование, 2007, № 1, С.40-48

Расчетное значение критерия определяется по формуле<sup>74</sup>:

$$\chi^2 = \frac{12}{n(n+1)c} \sum_{j=1}^c T_j^2 - 3n(c+1);$$

где:  $c$  – количество условий (тестов);

$n$  – количество экземпляров выборки;

$T_j = \sum_j r_{ij}$  – сумма рангов всех значений.

Критическое значение критерия зависит от уровня значимости  $\alpha$  и степени свободы  $k = c - 1$ .

С целью оценки эффективности обучения студентов по трем дисциплинам были использованы различные формы обучения. В результате тестирования 10 отобранных студентов, получены следующие результаты (табл. 7.13).

**Таблица 7.13 – Результаты эксперимента использования различных методов в обучении, балл**

Номер студента	Итоговые баллы за семестр (1 до 100)		
	On-line обучение	Off-line обучение	Смешанное обучение
1	85	55	90
2	70	50	85
3	90	60	70
4	60	80	100
5	70	62	88
6	65	70	74
7	70	73	86
8	72	64	92
9	80	62	90
10	75	59	85

<sup>74</sup> <http://statpsy.ru/category/fridman/> - Математическая статистика в педагогике

Результаты расчетов с использованием пакета «IBM SPSS» были получены следующие результаты (табл. 7.14).

**Таблица 7.14– Результаты расчета критерия Фридмана**

	Статистики
On-line обучение	1,80
Off-line обучение	1,30
Смешанное обучение	2,90
Число наблюдений	10
Хи-квадрат	13,400

Критическое значение  $\chi^2_{\text{крит}}(0,05,2)$  равно 5,99. Расчетное значение критерия Фридмана выше табличного, следовательно, между выборками существуют статистически значимые различия.

**Критерий Кендалла (Kendall's W)** аналогичен критерию Фридмана, но, кроме расчета непосредственно критерия Фридмана, он включает в себя также расчет нормализованного *W*-критерия, который часто называют критерием конкордации (согласованности оценок) Кендалла. Этот критерий интерпретируется как согласие (единообразие, систематичность, тенденциозность) единиц наблюдения в оценивании ими всех сравниваемых объектов (переменных). Значение *W*-критерия может изменяться от нуля, в случае полного отсутствия согласия между значениями единиц наблюдения, до единицы, при полном единообразии в оценках<sup>75</sup>.

По результатам анализа эффективности обучения студентов, использующих различные формы обучения (табл. 7.13) значение критерия составило 0,670, что указывает на достаточно умеренную степень различий между выборками.

**Критерий Кокрана (Cochran's Q)** аналогичен критерию Фридмана, но предназначен для дихотомических переменных. Этот критерий также может быть использован, когда группы однородных субъектов подвергаются более чем двум экспериментальным воздействиям и их ответы носят двухвариантный характер («лучше – хуже», «использовать – не использовать»)<sup>76</sup>.

<sup>75</sup> Будрейка, Н.Н. Непараметрические методы исследования в психологии. // Журнал Психологическая наука и образование, 2007, № 1, С.40-48

<sup>76</sup> Будрейка, Н.Н. Непараметрические методы исследования в психологии. // Журнал Психологическая наука и образование, 2007, № 1, С.40-48

В целях проверки степени согласия эмпирической функции распределения переменной с определенным теоретическим законом распределения (нормальным законом, распределению Пуассона, экспоненциальном распределении) используется *критерий согласия Колмогорова–Смирнова для одной выборки (Kolmogorov-Smirnov (K-S) one sample test)*. Наиболее распространенным видом проверки является проверка наличия нормального распределения. Критерий основан на максимальном значении абсолютной разности между величиной  $A_i$  (кумулятивная частота для каждой категории теоретического распределения) и  $Q_i$  (сравниваемое значение выборочной частоты). Значение критерия определяют по формуле:

$$K = \max |A_i - Q_i|;$$

Чем больше значение  $K$ , тем выше вероятность того, что эмпирическое распределение близко к нормальному закону распределения<sup>77</sup>.

В качестве примера рассмотрим распределение студентов по уровню использования ИТ-технологий. Определим, действительно ли собранные в ходе эксперимента данные подчиняются нормальному закону распределения. Результаты проверки с помощью критерия согласия Колмогорова–Смирнова представлены в таблице 7.15.

По данным таблицы видно, что вероятность появления наблюдаемого значения равна 0,645. Поскольку уровень значимости значительно превышает уровень 0,05, можно заключить, что распределение студентов по уровню использования ИТ-технологий соответствует нормальному закону распределения.

**Таблица 7.15 – Результаты расчета критерия Колмогорова–Смирнова по данным использования ИТ-технологий среди студентов**

Статистики	Значения
Число наблюдений	20
Среднее	59,70
Стандартное отклонение	20,476
Значения разностей:	
абсолютное	0,144
положительное	0,144
отрицательное	-0,089
Критерий Колмогорова–Смирнова	0,645
Двусторонняя вероятность	0,800

<sup>77</sup> Малхотра, Нзреш К. Маркетинговые исследования. Практическое руководство, 4-е издание.: Пер. с англ. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2007. – 1200с.

Рассмотренные критерии основывались на проверке гипотез о различиях между переменными. Однако не менее важным в педагогических исследованиях является вопрос об оценке связи между переменными. В качестве критериев оценки тесноты связи для двух непараметрических признаков применяются *ранговые коэффициенты Спирмена (Spearman's rho  $\rho$ )* и *Кендалла (Kendall's tau  $\tau$ )*.

В случае отсутствия связанных рангов коэффициент Спирмена определяется по формуле<sup>78</sup>.

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)}$$

При наличии связанных рангов формула преобразуется в следующий вид<sup>79</sup>:

$$\rho = \frac{\frac{1}{6}(n^3 - n) - \sum_{i=1}^n d_i^2 - T_x - T_y}{\sqrt{\left[ \frac{1}{6}(n^3 - n) - 2T_x \right] \cdot \left[ \frac{1}{6}(n^3 - n) - 2T_y \right]}}$$

где:  $R_x, R_y$  - ранги, т.е. порядковые места, присвоенные единицам совокупности по признакам «х» и «у»;

$d^2 = (R_x - R_y)^2$  - квадрат разности рангов;

$T$  - поправка на связанные ранги по  $x$  и  $y$ , определяемые по форму-

ле:  $T_{xy} = \frac{1}{12} \sum (t_i^3 - t_i)$ .

Проверка значимости коэффициента осуществляется на основе  $t$  - критерия Стьюдента. Если расчетное значение больше критического, то рассчитанный коэффициент Спирмена значим<sup>80</sup>.

**Ранговый коэффициент Кендалла** при отсутствии связанных рангов имеет вид<sup>81</sup>:

$$\tau_{xy} = \frac{2S}{n(n-1)}$$

<sup>78</sup> Теория статистики: учебник/Р.А.Шмойлова, В.Г.Минашкин, Н.А.Садовникова [и др.]; под ред. Р.А.Шмойловой. – М.: Финансы и статистика, 2008. – 656 с.

<sup>79</sup> Там же.

<sup>80</sup> Там же.

<sup>81</sup> Там же.

В случае наличия связанных рангов коэффициент Кендалла рассчитывается по формуле<sup>82</sup>:

$$\tau_{xy} = \frac{S}{\sqrt{[n(n-1)/2 - V_x] \cdot [n(n-1)/2 - V_y]}}$$

где:  $n$  - число наблюдений;

$S = P + Q$  - сумма разностей между числом последовательностей и числом инверсий по второму признаку ( $y$ );

$t$  - число повторяющихся рангов в соответствующем ряду;

$$V_{x,y} = \frac{\sum t(t-1)}{2} - \text{поправка на связанные ранги.}$$

Связь признается значимой, если  $\tau_{xy} \geq 0,5$ . Значения ранговых коэффициентов Спирмена и Кендалла находятся в диапазоне  $[-1; +1]$ .

Рассмотрим применение данных критериев на практике. По данным о навыках использования информационно-коммуникационных технологий и эффективности их применения в учебном процессе среди педагогов определим зависимость между этими признаками.

**Таблица 7.16 – Исходные данные для определения зависимости на основе критериев Спирмена и Кендалла**

Педагог	Навыки использования ИКТ, балл	Эффективность использования ИКТ в учебном процессе, балл
1	6	3
2	9	10
3	8	4
4	3	1
5	10	10
6	4	1
7	5	7
8	2	4
9	10	8
10	9	10
11	10	8
12	6	3

<sup>82</sup> Там же.

Рассчитанные с использованием пакета «IBM SPSS» критерии равны 0,766 (коэффициент Спирмена) и 0,580 (коэффициент Кендалла). Критическое значение *t*-критерия *Стьюдента* с уровнем значимости 0,05 (2,229) меньше расчетного (3,768), следовательно, можно утверждать, что связь между признаками тесная. Расчетное значение Кендалла также превышает значение 0,5, что свидетельствует о статистической значимости связи. Таким образом, с улучшением навыков использования ИКТ, эффективность их использования в учебном процессе увеличивается.

В качестве эмпирического правила отметим, что коэффициент ранговой корреляции Кендалла стоит применять, когда большая часть наблюдений попадает в относительно немногочисленные категории (что приводит к большому количеству связанных рангов). Наоборот, коэффициент корреляции Спирмена целесообразно использовать, когда имеется относительно много категорий (что приводит к небольшому количеству совпадающих рангов).

Проведенное исследование доказывает значимость информационно-коммуникационных технологий в обучении. Внедрение ИКТ в учебный процесс обеспечивает систематизацию и интеграцию информационных потоков в образовательном пространстве формирование субъектной позиции обучающихся на основе освоения ИКТ проектирование и мониторинг личностных достижений обучающихся в освоении общих и профессиональных компетенций.

## Раздел 8. Многомерные статистические методы в педагогических исследованиях

Исследование объективно существующих связей между педагогическими явлениями является важнейшей задачей статистики. В процессе статистического исследования зависимостей вскрываются причинно-следственные отношения между явлениями, что позволяет выявлять факторы, оказывающие основное влияние на вариацию изучаемых педагогических явлений и процессов. Причинно-следственные отношения - это связь явлений и процессов, при которой изменение одного из них - причины ведет к изменению другого - следствия.

Педагогические явления представляют собой результат одновременного воздействия большого числа причин. Следовательно, при изучении этих явлений необходимо выявлять главные, основные причины, абстрагируясь от второстепенных.

Статистика разработала множество методов изучения связей, выбор которых зависит от цели исследования и поставленной задачи.

При изучении взаимосвязей признаки по их значению делятся на: признаки, обуславливающие изменения других, связанных с ними признаков, которые называют факторными, или просто факторами, и признаки, изменяющиеся под действием факторных признаков, которые называют результативными.

В статистике различают функциональную и стохастическую зависимости. Функциональной называют такую связь, при которой определенному значению факторного признака соответствует одно значение результативного.

Если причинная зависимость проявляется не в каждом отдельном случае, а в общем, среднем при большом числе наблюдений, то такая зависимость называется стохастической. Частным случаем стохастической связи является корреляционная связь, при которой изменение среднего значения результативного признака обусловлено изменением факторных признаков.

Связи между педагогическими явлениями и их признаками классифицируются по степени тесноты, направлению и аналитическому выражению.

По степени тесноты связи различают (табл.8.1).



**Таблица 8.1 - Количественные критерии оценки тесноты связи**

Величина коэффициента корреляции	Характер связи
до $\pm 0,3$	практически отсутствует
$\pm 0,3 - \pm 0,5$	слабая
$\pm 0,5 - \pm 0,7$	умеренная
$\pm 0,7 - \pm 1,0$	сильная

По направлению выделяют связь прямую и обратную. Прямая – это связь, при которой с увеличением или уменьшением значений факторного признака происходит увеличение или уменьшение значений результативного. Так, например, посещаемость влияет напрямую на успеваемость учеников. В случае обратной связи значения результативного признака изменяются под воздействием факторного, но в противоположном направлении по сравнению с изменением факторного признака.

По аналитическому выражению выделяют связи прямолинейные (или просто линейные) и нелинейные. Если статистическая связь между педагогическими явлениями может быть выражена уравнением прямой, то ее называют линейной связью вида:

$$\bar{y}_x = a_0 + a_1x$$

Если же связь может быть выражена уравнением какой-либо кривой линии, например:

$$\text{параболы} - \bar{y}_x = a_0 + a_1x + a_2x^2$$

$$\text{гиперболы} - \bar{y}_x = a_0 + a_1 \frac{1}{x} \text{ и т.д.,}$$

то такую связь называют нелинейной.

Для выявления связи, ее характера и направления в педагогической статистике используются корреляционный и регрессионный методы анализа.

Корреляция - статистическая зависимость между случайными величинами, не имеющая строго функционального характера, при которой изменение одной из случайных величин приводит к изменению математического ожидания другой.

В статистике принято различать следующие варианты зависимостей:

- парная корреляция - связь между двумя признаками (результативным и факторным, или двумя факторными);
- частная корреляция - зависимость между результативным и одним факторным признаками при фиксированном значении других факторных признаков;
- множественная корреляция - зависимость результативного и двух или более факторных признаков, включенных в исследование.

Корреляционный анализ имеет своей задачей количественное определение тесноты связи между двумя признаками или множеством факторных признаков.

Теснота связи количественно выражается величиной коэффициентов корреляции, которые, давая количественную характеристику тесноты связи между признаками, позволяют определять «полезность» факторных признаков при построении уравнения множественной регрессии.

Регрессия тесно связана с корреляцией: первая оценивает тесноту статистической связи, вторая исследует ее форму.

Регрессионный анализ заключается в определении аналитического выражения связи, в котором изменение одной величины, результативного признака, обусловлено влиянием одной или нескольких независимых величин, факторных признаков.

Одной из проблем построения уравнений регрессии является их размерность, то есть определение числа факторных признаков, включаемых в модель. Их число должно быть оптимальным.

Сокращение размерности за счет исключения второстепенных, несущественных факторов позволяет получить модель, быстрее и качественнее реализуемую. В то же время, построение модели малой размерности может привести к тому, что она будет недостаточно полно описывать исследуемое явление или процесс.

При построении моделей регрессии должны соблюдаться следующие требования:

- совокупность должна быть однородной и математически описываться непрерывными функциями;
- возможность описания моделируемого явления одним или несколькими уравнениями причинно-следственных связей;
- факторные признаки должны иметь количественное выражение;

- наличие достаточно большого объема исследуемой выборочной совокупности;
- причинно-следственные связи между педагогическими явлениями и процессами должны описываться линейной или приводимой к линейной форме зависимости;
- отсутствие количественных ограничений на параметры модели связи;
- постоянство территориальной и временной структуры изучаемой совокупности.

Соблюдение данных требований позволяет построить модель, наилучшим образом описывающую реальные педагогические явления и процессы.

Парная регрессия характеризует связь между двумя признаками: результативным и факторным. Аналитически связь между ними описывается уравнениями:

прямой  $\bar{y}_x = a_0 + a_1 x$

гиперболы  $\bar{y}_x = a_0 + a_1 \frac{1}{x}$

параболы  $\bar{y}_x = a_0 + a_1 x + a_2 x^2$

и так далее.

Оценка параметров уравнений регрессии осуществляется методом наименьших квадратов, в основе которого лежит предположение о независимости наблюдений исследуемой совокупности и нахождении параметров модели, при которых минимизируется сумма квадратов отклонений эмпирических значений результативного признака от теоретических, полученных по уравнению регрессии:

$$S = \sum (y - \bar{y}_x)^2 \rightarrow \min .$$

Система нормальных уравнений для нахождения параметров линейной парной регрессии методом наименьших квадратов имеет следующий вид:

$$\begin{cases} na_0 + a_1 \sum x = \sum y \\ a_0 \sum x + a_1 \sum x^2 = \sum xy, \end{cases}$$

где  $n$  - объем исследуемой совокупности.

В уравнениях регрессии параметр  $a_0$  показывает усредненное влияние на результативный признак неучтенных в уравнении факторных признаков; коэффициент регрессии  $a_1$  показывает, насколько изменится в среднем значение результативного признака при увеличении факторного на единицу собственного измерения.

Проанализируем зависимость между стремлением к карьерному росту и образованием с использованием on-line технологий, полученным студентами в учебном заведении, с использованием корреляционного и регрессионного методов анализа.

Руководителям бизнеса было предложено оценить по пятибалльной системе факторы, являющиеся наиболее важными при приеме выпускника вуза работу на предприятие:

- образование, полученное с использованием on-line технологий ( $x$ );
- стремление к карьерному росту ( $y$ ).

Исходные данные опроса были представлены в сгруппированном виде (табл. 8.2).

**Таблица 8.2 - Зависимость стремления к карьерному росту от образования, полученного в учебном заведении с использованием on-line технологий**

Стремление к карьерному росту, $Y$	Образование, полученное в учебном заведении с использованием on-line технологий, $X$					Число руководителей, $f_y$	$y f_y$	$y^2 f_y$	$x y f_y$
	1	2	3	4	5				
1	3	-	-	-	-	3	3	3	3
2	-	4	-	-	-	4	8	16	16
3	-	-	7	8	-	15	45	135	159
4	-	-	-	24	-	24	96	384	384
5	-	-	-	30	64	94	470	2350	2200
Число руководителей, $f_x$	3	4	7	62	64	140	622	2888	2762
$x f_x$	3	8	21	248	320	600	-	-	-
$x^2 f_x$	3	16	63	992	1600	2674	-	-	-

Система нормальных уравнений для определения параметров уравнения регрессии имеет вид:

$$\begin{cases} 140a_0 + 600a_1 = 622 \\ 600a_0 + 2674a_1 = 2762 \end{cases}; a_0=0,431; a_1=0,936.$$

Уравнение зависимости стремления к карьерному росту выпускников от образования, полученного в вузе с использованием on-line технологий, имеет вид:

$$\bar{y}_x = 0,431 + 0,936x.$$

Анализ параметров уравнения регрессии свидетельствует о том, что увеличение балла в системе оценки образования, полученного с использованием прогрессивных on-line технологий, приводит к увеличению в среднем на 1 балл уровня оценки стремления к карьерному росту принимаемых на работу высококвалифицированных специалистов.

Изучение связи между тремя и более связанными между собой признаками, характеризующими явления и процессы, называется множественной регрессией:

$$\bar{y}_{1,2,\dots,k} = f(x_1, x_2, \dots, x_k)$$

Построение моделей множественной регрессии включает несколько этапов:

- выбор формы связи;
- отбор факторных признаков;
- обеспечение достаточного объема совокупности.

Выбор типа уравнения затрудняется тем, что для любой формы зависимости между педагогическими явлениями и процессами, можно выбрать целый ряд уравнений, которые в определенной степени будут описывать эти связи. Основное значение имеют линейные модели в силу простоты и логичности их экономической интерпретации.

Важным этапом построения уравнения множественной регрессии является отбор факторных признаков.

С одной стороны, чем больше факторных признаков включено в уравнение регрессии, тем оно лучше описывает педагогическое явление. Однако модель большой размерностью сложно реализуема. Сокращение размерности модели за счет исключения второстепенных, несущественных факторов способствует простоте и качеству ее реализации. В то же время построение модели регрессии малой размерности может привести к тому, что такая модель будет недостаточно адекватна исследуемым педагогическим явлениям.

Проблема отбора факторных признаков для построения моделей взаимосвязи педагогических явлений может быть решена на основе интуитивно-логических или многомерных статистических методов анализа.

Наиболее приемлемым способом отбора факторных признаков является шаговый регрессионный анализ. Сущность метода шаговой регрессии заключается в последовательном включении (исключении или включении-исключении) факторов в уравнение регрессии и последующей проверке их значимости.

При изучении взаимосвязи между показателями, характеризующими педагогические явления или процессы, возможно наличие проблемы мультиколлинеарности, под которой понимается тесная зависимость между факторными признаками, включенными в модель ( $r_{x_i} > 0,8$ ).

Качество уравнения регрессии зависит от степени достоверности и надежности исходных данных и объема совокупности. Исследователь должен стремиться к увеличению числа наблюдений, так как большой объем наблюдений является одной из предпосылок построения адекватных статистических моделей.

Аналитическая форма связи результативного признака от ряда факторных выражается и называется многофакторным уравнением регрессии или моделью связи.

Линейное уравнение множественной регрессии имеет вид:

$$\bar{y}_{1,2,\dots,k} = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_kx_k,$$

где:  $\bar{y}_{1,2,3,\dots,k}$  - теоретические значения результативного признака, полученные в результате подстановки соответствующих значений факторных признаков в уравнение регрессии;

$x_1, x_2, \dots, x_k$  - факторные признаки;

$a_1, a_2, \dots, a_k$  - коэффициенты регрессии.

Измерение тесноты и направления связи является важной задачей изучения и количественного измерения взаимосвязи педагогических явлений.

Линейный коэффициент корреляции характеризует тесноту и направление связи между двумя признаками в случае наличия между ними линейной зависимости и определяется по формуле:

$$r = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sigma_x \cdot \sigma_y}.$$

Линейный коэффициент корреляции изменяется в пределах от -1 до 1:  $-1 \leq r \leq 1$ . Интерпретацию коэффициента корреляции можно представить в следующей таблице 8.3:

**Таблица 8.3 - Оценка линейного коэффициента корреляции**

Значение линейного коэффициента связи	Характер связи	Интерпретация связи
$r = 0$	отсутствует	-
$0 < r < 1$	прямая	с увеличением $x$ увеличивается $y$
$-1 < r < 0$	обратная	с увеличением $x$ уменьшается $y$ и наоборот
$r = 1$	функциональная	каждому значению факторного признака строго соответствует одно значение результативного признака

В случае наличия линейной и нелинейной зависимости между двумя признаками для измерения тесноты связи применяют корреляционное отношение. Различают эмпирическое и теоретическое корреляционное отношение.

Эмпирическое корреляционное отношение рассчитывается по данным группировки, когда  $\delta^2$  характеризует отклонения групповых средних результативного показателя от общей средней:

$$\eta = \sqrt{\frac{\sigma^2 - \bar{\sigma}^2}{\sigma^2}} = \sqrt{1 - \frac{\bar{\sigma}^2}{\sigma^2}} = \sqrt{\frac{\delta^2}{\sigma^2}},$$

где:  $\eta$  - корреляционное отношение;

$\sigma^2$  - общая дисперсия;

$\bar{\sigma}^2$  - средняя из частных (групповых) дисперсий;

$\delta^2$  - межгрупповая дисперсия (дисперсия групповых средних).

Теоретическое корреляционное отношение определяется по формуле:

$$\eta = \sqrt{\frac{\delta^2}{\sigma^2}} = \sqrt{1 - \frac{\sigma_{ост}^2}{\sigma^2}}$$

где:  $\delta^2$  - дисперсия выравненных значений результативного признака, то есть рассчитанных по уравнению регрессии;

$\sigma^2$  - дисперсия эмпирических (фактических) значений результативного признака.

Корреляционное отношение изменяется в пределах от 0 до 1 ( $0 \leq \eta \leq 1$ ) и анализ степени тесноты связи полностью соответствует линейному коэффициенту корреляции (таблица 2).

Для измерения тесноты связи при множественной корреляционной зависимости определяется множественный и частные коэффициенты корреляции.

Множественный коэффициент корреляции определяется при наличии линейной связи между результативным и несколькими факторными признаками, а также между каждой парой факторных признаков по формуле:

$$R_{y/x_1x_2} = \sqrt{\frac{r_{yx_1}^2 + r_{yx_2}^2 - 2r_{yx_1} \cdot r_{yx_2} \cdot r_{x_1x_2}}{1 - r_{x_1x_2}^2}},$$

где:  $r_{yx_i}$  - парные коэффициенты корреляции между признаками.

Множественный коэффициент корреляции изменяется в пределах от 0 до 1 и по определению положителен:  $0 \leq R \leq 1$ .

Частные коэффициенты корреляции характеризуют степень тесноты связи между двумя признаками  $x_1$  и  $x_2$  при фиксированном значении других  $(k-2)$  факторных признаков, то есть когда влияние  $x_3$  исключается:

$$r_{yx_1/x_2} = \frac{r_{yx_1} - r_{x_1x_2} \cdot r_{yx_2}}{\sqrt{(1 - r_{x_2y}^2) \cdot (1 - r_{x_1x_2}^2)}},$$



$$r_{yx_2/x_1} = \frac{r_{yx_2} - r_{x_1y} \cdot r_{x_1x_2}}{\sqrt{(1-r_{x_1y}^2) \cdot (1-r_{x_1x_2}^2)}},$$

где:  $r$  - парные коэффициенты корреляции между указанными в индексе переменными.

С целью расширения возможностей анализа педагогических явлений используются частные коэффициенты эластичности, определяемые по формуле:

$$\mathcal{E}_{x_i} = a_1 \cdot \frac{\bar{x}_i}{\bar{y}},$$

где:  $\bar{x}_i$  - среднее значение соответствующего факторного признака;

$\bar{y}$  - среднее значение результативного признака;

$a_1$  - коэффициент регрессии при соответствующем факторном признаке.

Коэффициент эластичности показывает насколько процентов в среднем изменится значение результативного признака при изменении факторного признака на 1%.

Частный коэффициент детерминации:

$$d_{x_i} = r_{yx_i} \cdot \beta_{x_i},$$

где:  $r_{yx_i}$  - парный коэффициент корреляции между результативным и  $i$ -ым факторным признаком;

$\beta_{x_i}$  - соответствующий стандартизованный коэффициент урав-

нения множественной регрессии:  $\beta_{x_i} = a_1 \cdot \frac{\sigma_{x_i}}{\sigma_y}$ .

Частный коэффициент детерминации показывает на сколько процентов вариация результативного признака объясняется вариацией  $i$ -го признака, входящего в множественное уравнение регрессии.

Проанализируем показатели развития высшего образования одного из регионов Российской Федерации за период с 1997-2014 гг. (табл.8.4).

**Таблица 8.4 - Показатели развития высшего образования  
одного из регионов Российской Федерации за период с 1997-2014 гг.  
(цифры условные)**

Учебный год	Выпуск специалистов высшими учебными заведениями, у	Численность студентов высших учебных заведений, тыс. чел., $x_1$	Число принятых в высшие учебные заведения, тыс. чел., $x_2$	Число высших учебных заведений, $x_3$
1997-1998	12,3	78,1	15,9	9
1998-1999	12,3	76,4	15,6	9
1999-2000	12,9	75,7	15	9
2000-2001	12	73,7	14,5	9
2001-2002	12,2	71,2	14,6	9
2002-2003	12,7	67,7	13,1	9
2003-2004	10,4	62,7	13,3	10
2004-2005	10,7	66,2	15	10
2005-2006	10	69,2	16,6	12
2006-2007	10,6	76,4	19,2	12
2007-2008	11,7	83,1	21,1	12
2008-2009	12,9	95,4	22,1	12
2009-2010	11,7	103,2	26,2	36
2010-2011	13,1	113,3	27,9	35
2011-2012	16,7	131,8	34,9	39
2012-2013	14,7	113,8	23,6	44
2013-2014	15,8	116,7	23,7	61

На основе данных таблицы 8.4 была построена матрица парных коэффициентов корреляции (табл.8.5), анализ которой позволяет получить начальное представление о взаимозависимостях между показателями деятельности вузов.

**Таблица 8.5 - Матрица парных коэффициентов корреляции**

	у	$x_1$	$x_2$	$x_3$
у	1,00	0,83	0,66	0,73
$x_1$	0,83	1,00	0,94	0,88
$x_2$	0,66	0,94	1,00	0,75
$x_3$	0,73	0,88	0,75	1,00

Анализ показывает, что во всех группах признаков имеются факторные признаки, тесно связанные между собой.

Проверим возможность включения в модель факторов  $x_1$  и  $x_2$ . В качестве критерия принимается соблюдение следующих неравенств:

$r_{x_1y} > r_{x_1x_2}$ ;  $r_{x_2y} > r_{x_1x_2}$ . Фактически эти неравенства не соблюдаются, так как  $0,83 < 0,94$ ;  $0,66 < 0,94$ . Следовательно, в модель должен быть включен фактор  $x_1$ , так как связь результативного показателя с ним более тесная ( $r_{x_1y} = 0,83$ ).

Далее проверяется возможность включения в модель факторов  $x_1$  и  $x_3$  на основе следующих неравенств:

$r_{x_1y} > r_{x_1x_3}$ ;  $r_{x_3y} > r_{x_1x_3}$ . Фактически эти неравенства не соблюдаются, так как  $0,83 < 0,88$ ;  $0,73 < 0,88$ .

Таким образом, в модель множественной зависимости могут быть включены все 3 фактора. Линейное уравнение будет иметь следующий вид:  $\hat{y} = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3$ .

На следующем этапе из уравнения регрессии исключаются наименее информативные факторные признаки. Строится уравнение на все факторные признаки и проверяется значимость уравнения и отдельных коэффициентов регрессии.

На первом шаге, получена следующая модель зависимости выпуска специалистов высшими учебными заведениями от факторов:

$$\hat{y} = +2,958 + 0,208x_1 - 0,389x_2 - 0,047x_3.$$

На следующем шаге в уравнение регрессии не включается факторный признак, для которого  $t_p < t_{кр}$ :  $x_3$  (табл.8.6).

**Таблица 8.6 - Оценки коэффициентов линейной регрессии**

№ п/п	Значение	Дисперсия	Среднее квадратическое отклонение	t-значение	Нижняя оценка	Верхняя оценка
1	2,96	2,56	1,60	1,85	0,12	5,80
2	0,21	0,00	0,04	4,87	0,13	0,28
3	-0,39	0,01	0,11	-3,61	-0,58	-0,20
4	-0,05	0,00	0,03	-1,63	-0,10	0,00

На следующем шаге строится уравнение регрессии на оставшиеся признаки. Модель зависимости выпуска специалистов высшими учебными заведениями от факторов имеет вид:

$$\hat{y} = +5,084 + 0,155x_1 - 0,309x_2.$$

**Таблица 8.7 - Оценки коэффициентов уравнения регрессии**

№ п/п	Значение	Дисперсия	Среднее квадратическое отклонение	t-значение	Нижняя оценка	Верхняя оценка
1	5,08	0,95	0,98	5,21	3,36	6,81
2	0,16	0,00	0,03	5,31	0,10	0,21
3	-0,31	0,01	0,10	-3,05	-0,49	-0,13

Приведем часть протокола множественной линейной регрессии.

**Таблица 8.8 - Характеристики остатков**

Среднее значение	0.000
Оценка дисперсии	0.587
Оценка приведенной дисперсии	0.713
Средний модуль остатков	0.561
Относительная ошибка аппроксимации	0.044
Критерий Дарбина-Уотсона	2.251
Коэффициент детерминации	0.813
F - значение ( $n_1 = 3$ , $n_2 = 14$ )	1,26

Гипотеза о значимости уравнения не отвергается с вероятностью 0,950. Множественный коэффициент детерминации (0,813) свидетельствует о том, что 81,3% вариации зависимой переменной объясняется вариацией численности студентов и числа принятых в высшие учебные заведения региона. Это означает, что основные факторы, оказывающие существенное влияние на число высших учебных заведений региона, включены в модель, поскольку уровень остаточной вариации объяс-

няемой воздействием случайных и неучтенных в модели факторов составил 18,7%.

Частный коэффициент эластичности позволяет измерить в процентах изменение зависимой переменной при изменении каждого фактора на одну и ту же относительную величину – на 1%. В приведенном примере при увеличении на 1% численности студентов высших учебных заведений региона, выпуск специалистов увеличивается на 1,1%.

Однако коэффициент эластичности не учитывает степени колеблемости факторов. Для устранения различий в измерении степени колеблемости факторов используется бэта-коэффициент. Он показывает, на какую часть величины среднего квадратического отклонения изменяется среднее значение зависимой переменной с изменением соответствующей независимой переменной на одно среднее квадратическое отклонение при фиксированном на постоянном уровне значении остальных независимых переменных.

Бэта-коэффициенты, рассчитанные по данному примеру показывают, что при увеличении на одно среднее квадратическое отклонение численности студентов и числа принятых в высшие учебные заведения, выпуск специалистов высших учебных заведений региона в среднем увеличивается, соответственно, на 1,8 и уменьшается на 1,1 средних квадратических отклонений.

Образование является общественным благом, поэтому достижение высокого качества высшего профессионального образования является приоритетной задачей государства. В связи с этим все высшие учебные заведения в Российской Федерации должны соответствовать основным требованиям государственной системы обеспечения качества образования, т.е. проходить процедуры лицензирования и аккредитации.

Важной задачей статистического исследования на этапе качественного анализа является выделение однородных групп. По мере углубления исследования педагогических процессов в рассмотрение включается все большее число признаков ее характеризующих. Однако теряется обозримость результатов. Закономерность расплывается на большое множество не всегда существенных, значимых связей. Поэтому целесообразно осуществлять классификацию по нескольким обобщающим признакам, полученным методами главных компонент, факторного анализа и др.

*Метод главных компонент* - классический метод снижения размерности исходных данных путем определения небольшого числа линейных комбинаций исходных признаков, объясняющих большую часть дисперсии, дающий однозначное решение.

В ходе реализации метода, предложенного Национальным аккредитационным агентством, определено, что  $X = (\bar{x}_1, \dots, \bar{x}_n)$  матрица размерности  $n \times m$ , где:  $m$  – число объектов (вузов);  $n$  – количество первичных показателей; вектор  $\bar{x}_i = (x_{i1}, \dots, x_{in})^T$  – значения первичных показателей  $i$ -ого вуза.

Предполагается, что строки матрицы являются линейными комбинациями ( $r < n$ ) линейно независимых векторов  $\bar{f}_j = (f_{j1}, \dots, f_{jn})^T$ ,  $j = 1 \dots r$  – скрытых «латентных» факторов.

Тогда:

$$X = A F + E$$

где:  $A = (a_{ij})_{i=1 \dots n, j=1 \dots r}$  – матрица факторных нагрузок;

$F = (\bar{f}_j)_{j=1 \dots r}$  – матрица факторов;

$E$  –  $n \times m$  – матрица остатков.

Необходимо вычислить матрицу так, чтобы статистические свойства выборки сохранялись при переходе к  $F$ .

Применение метода главных компонент для анализа массива Центральной базы данных государственной аккредитации высших учебных заведений позволило выделить три фактора  $f_1, f_2, f_3$  для групп институтов и академий и четыре фактора  $f_1, f_2, f_3, f_4$  для университетов. Интерпретацию обобщающих факторных признаков можно получить, рассчитав множественные коэффициенты корреляции между первичными. Значимые коэффициенты корреляции приведены в таблице 8.9.

Таблица 8.9 - Значимые коэффициенты корреляции между показателями и факторами

Наименование показателя	Обозначения	Университеты					Академии					Институты		
		f <sub>1</sub>	f <sub>2</sub>	f <sub>3</sub>	f <sub>4</sub>	f <sub>5</sub>	f <sub>1</sub>	f <sub>2</sub>	f <sub>3</sub>	f <sub>4</sub>	f <sub>5</sub>	f <sub>1</sub>	f <sub>2</sub>	f <sub>3</sub>
1	2	3	4	5	6		7	8	9			10	11	12
Процент ППС с учёными степенями и званиями	x1	0,64					0,71					0,76		
Процент докторов наук и (или) профессоров	x2	0,59					0,67					0,73		
Процент преподавателей, работающих в вузе на штатной основе	x3	0,51					0,56					<b>0,52</b>		
Среднегодовое количество защит диссертаций на 100 человек НПК в год	x4	0,67					0,53					0,61		
Процент аспирантов, защитивших диссертации в срок	x5		0,42					0,51						
Отношение числа аспирантов к 100 студентам привлекённого контингента	x6		0,51						0,63					
Суммарный объём НИР	x7		0,63					0,54					0,62	

**Продолжение таблицы 8.9**

Наименование показателя	Обозначения	Университеты				Академии			Институты		
		f <sub>1</sub>	f <sub>2</sub>	f <sub>3</sub>	f <sub>4</sub>	f <sub>1</sub>	f <sub>2</sub>	f <sub>3</sub>	f <sub>1</sub>	f <sub>2</sub>	f <sub>3</sub>
Количество изданных монографий на 100 человек ППС	x8		0,41				0,53			0,67	
Объём финансирования на единицу ППС	x9		0,57				0,61			0,58	
Среднегодовой контингент программ переподготовки, повышения квалификации	x10			0,76				0,81			0,71
Количество УГС основных ОП	x11				0,36						
Количество отраслей наук по ОП послевузовского образования	x12				0,38						
Количество отраслей наук, по которым ведётся НИР	x13				0,41						
Множественный коэффициент корреляции, R		0,96	0,98	0,99	0,89	0,94	0,91	0,93	0,96	0,93	0,99



Первый фактор интерпретируется как «Квалификация педагогических работников», второй - «Научная, научно-техническая деятельность и её результативность», третий – «Возможность продолжения образования по программам дополнительного профессионального образования». Фактор  $f_4$  характеризует широту спектра научной и учебной деятельности университетов<sup>83</sup>.

На следующем этапе определены весовые коэффициенты первичных показателей методом главных компонент с использованием пакета прикладных программ «IBM SPSS».

В результате проведённых расчётов были выделены 8 компонент. В таблице 8.10 приведены значения полной объяснённой дисперсии до и после вращения факторов. Вращение факторов - математическая процедура, позволяющая объяснить содержательный смысл выделенных главных компонент, объясняющих большую часть общей дисперсии переменных.

Данные, представленные в таблице 8.10, позволяют судить о значении исходных факторов в объяснении общей дисперсии и удельном весе выделенных компонент в общей дисперсии<sup>84</sup>.

В таблице показаны значения статистик каждого фактора до и после выделения компонент. В методе главных компонент те и другие статистики одинаковы. После вращения процент общей дисперсии, объясненной восемью компонентами, не изменяется (62,471%), меняется процент дисперсии, объясненной каждым из факторов.

Поскольку накопленный процент больше 50% (62,4%), следовательно, возможно факторное решение.

---

<sup>83</sup> Аккредитация высших учебных заведений в России: Учебное пособие / В.Г. Наводнов, Е.Н. Геворкян, Г.Н. Мотова, М.В. Петропавловский. – Йошкар-Ола: Марий. Государственный технический университет, 2008. – С.107.

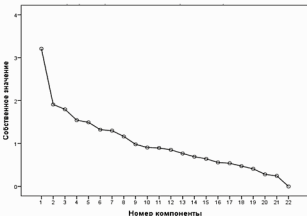
<sup>84</sup> Наследов, А.Д. SPSS 19: Проф. стат. анализ данных / Андрей Дмитриевич Наследов. – СПб.: Питер, 2011. – С.80.

**Таблица 8.10 - Полная объяснённая дисперсия главных компонент потребительских показателей образовательных услуг вузов**

Компонента	Начальные собственные значения			Суммы квадратов нагрузок извлечения			Суммы квадратов нагрузок вращения		
	Итого	% Дисперсии	Кумулятивный %	Итого	% Дисперсии	Кумулятивный %	Итого	% Дисперсии	Кумулятивный %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	3,21	14,59	14,59	3,21	14,59	14,59	2,622	11,92	11,92
2	1,91	8,681	23,271	1,91	8,681	23,271	1,989	9,041	20,962
3	1,797	8,169	31,44	1,797	8,169	31,44	1,694	7,698	28,66
4	1,545	7,022	38,462	1,545	7,022	38,462	1,656	7,526	36,186
5	1,494	6,792	45,254	1,494	6,792	45,254	1,568	7,128	43,314
6	1,323	6,015	51,269	1,323	6,015	51,269	1,484	6,743	50,057
7	1,3	5,909	57,177	1,3	5,909	57,177	1,409	6,405	56,462
8	1,165	5,293	62,471	1,165	5,293	62,471	1,322	6,009	62,471
9	0,981	4,46	66,931						
10	0,908	4,125	71,056						
11	0,897	4,077	75,133						
12	0,853	3,878	79,011						
13	0,768	3,491	82,502						
14	0,693	3,152	85,654						
15	0,643	2,923	88,577						
16	0,559	2,542	91,119						
17	0,541	2,458	93,577						
18	0,474	2,152	95,729						
19	0,411	1,866	97,596						
20	0,282	1,282	98,878						
21	0,247	1,122	100						
22	1,61	7,32	100						

Для более точного выбора числа факторов или порогового собственного значения можно использовать график «каменистой осыпи» с собственными значениями переменных по оси ординат и их порядко-

выми номерами по оси абсцисс. Впервые этот метод предложил Р. Кеттел, рекомендовав найти на графике место, где дальнейшее увеличение числа факторов перестаёт быть условием повышения объяснительной способности дисперсии<sup>85</sup>. На рис. 8.1 необходимо найти такое место, где убывание собственных значений слева направо максимально замедляется.



**Рисунок 8.1 – Диаграмма «каменистой осыпи» для собственных значений главных компонент**

Таким образом, учитывая информацию графика, представленного на рис. 8.1, можно выделить 8 факторов с наибольшим процентом объяснённой дисперсии.

Далее сформируем матрицу нагрузок (компонент), в которой приведены коэффициенты корреляции первичных показателей с выделенными факторами (табл.8.11).

В результате анализа матрицы неповёрнутых компонент были выделены коэффициенты корреляции показателей с факторами со зна-

<sup>85</sup> Фарахутдинов Ш.Ф., Бушуев А.С. Обработка и анализ данных социологических исследований в пакете SPSS 17.0. Курс лекций: Учебное пособие. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2011. – С.190.

чениями больше 0,5. Однако в данном случае факторы достаточно сложно интерпретировать.

Для того чтобы осуществить более однозначную трактовку результатов использован метод вращения факторов, с тем, чтобы каждой исходной переменной соответствовало наименьшее количество компонент.

**Таблица 8.11- Матрица неповёрнутых компонент**

Номер показателя	Компонента							
	1	2	3	4	5	6	7	8
20	0,67	-0,249	-0,118	-0,01	-0,028	-0,245	-0,023	0,099
21	0,567	-0,375	-0,236	0,169	0,019	-0,302	-0,133	0,068
22	0,553	-0,232	-0,198	-0,129	-0,177	-0,303	-0,041	0,032
19	0,533	-0,125	-0,365	0,143	0,272	0,215	0,042	-0,188
4	-0,522	-0,289	0,246	-0,199	0,267	-0,117	-0,144	-0,03
6	-0,514	0,081	-0,498	0,333	-0,018	0,081	-0,202	0,054
18	0,401	-0,354	0,156	-0,348	0,245	0,596	-0,076	0,13
14	0,072	0,564	0,289	-0,129	-0,088	-0,343	-0,249	-0,011
10	-0,009	0,499	-0,101	0,113	0,316	-0,344	0,248	0,422
16	0,354	0,489	0,371	0,146	0	0,154	-0,349	-0,021
8	-0,073	0,213	-0,493	0,246	-0,154	0,325	0,431	-0,026
13	0,261	0,157	0,543	0,195	0,07	0,282	0,194	0,337
9	-0,231	0,147	-0,496	-0,11	-0,243	0,291	-0,188	0,21
17	0,361	0,013	0,388	0,028	-0,067	0,581	0,215	-0,048
11	-0,219	0,073	-0,233	-0,589	-0,016	-0,067	-0,211	0,061
2	-0,361	-0,404	0,286	0,467	-0,149	-0,013	-0,234	0,207
1	-0,345	-0,401	0,267	0,429	-0,203	-0,242	0,219	-0,196
3	-0,49	-0,036	0,006	0,093	0,585	-0,016	-0,054	0,197
7	-0,349	-0,144	0,116	-0,303	-0,583	0,19	-0,084	-0,01
12	-0,147	0,075	0,118	-0,319	-0,233	-0,266	0,669	0,039
15	0,154	0,406	0,008	0,232	-0,121	-0,091	-0,168	-0,574
5	-0,244	-0,058	0,033	-0,199	0,491	0,047	0,166	-0,547

Вращение векторов осуществляется так, чтобы каждой исходной переменной соответствовало наименьшее количество компонент. Возможна реализация нескольких методов вращения. В данном случае использовался Varimax – метод ортогонального вращения факторов минимизирующий число переменных с высокими нагрузками на каждый фактор, что облегчает интерпретацию компонент<sup>86</sup>.

В результате вращения получена матрица повернутых компонент, которая отображает, какие показатели ассоциируются с той или иной компонентой (табл. 8.12). Все выделенные значения в одной графе объясняются общим совместным фактором. В ходе анализа всех факторов каждому из них присваивается наименование, обобщающее по смыслу включенные в него первичные показатели.

**Таблица 8.12 - Матрица повернутых компонент**

Номер показателя	Компонента							
	1	2	3	4	5	6	7	8
21	0,774	-0,056	0,112	-0,069	-0,017	0,074	0,185	0,03
20	0,755	0,128	-0,052	-0,024	-0,039	0,054	0,022	0,046
22	0,713	-0,04	-0,101	0,018	-0,037	-0,075	-0,092	0,08
19	0,453	0,142	-0,145	-0,047	0,377	0,061	0,338	-0,319
3	-0,422	-0,197	0,077	-0,341	-0,194	0,419	0,221	-0,181
13	-0,088	0,678	0,066	-0,036	0,012	0,221	0,023	0,2
17	0,03	0,664	0,012	0,048	0,089	-0,156	-0,029	-0,053
6	-0,329	-0,558	0,123	-0,066	0,334	0,077	0,31	0,168
18	0,231	0,455	-0,325	-0,4	-0,185	-0,203	0,218	-0,154
1	-0,08	-0,1	0,799	-0,054	-0,057	-0,138	-0,185	-0,078
2	-0,178	-0,05	0,647	-0,208	-0,222	-0,113	0,256	0,301
11	-0,111	-0,375	-0,513	-0,106	-0,207	-0,146	-0,118	0,039
15	0,019	-0,049	0,061	0,735	0,146	-0,07	0,113	-0,196
14	-0,082	0,012	-0,197	0,591	-0,349	0,195	-0,137	0,193
16	-0,049	0,435	-0,152	0,551	-0,139	0,094	0,303	0,175
8	-0,133	-0,056	-0,019	-0,048	0,797	0,053	-0,089	0,029

<sup>86</sup> Фарахутдинов Ш.Ф., Бушуев А.С. Обработка и анализ данных социологических исследований в пакете SPSS 17.0. Курс лекций: Учебное пособие. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2011. – С.193.

**Продолжение таблицы 8.12**

Номер показателя	Компонента							
	1	2	3	4	5	6	7	8
4	-0,346	-0,223	0,134	-0,285	-0,494	-0,059	0,005	-0,215
10	-0,069	-0,045	-0,13	0,06	0,055	0,796	-0,201	0,159
7	-0,272	-0,101	-0,014	-0,075	-0,079	-0,628	-0,231	0,296
12	-0,071	0,033	0,011	-0,085	0,05	0,036	-0,836	-0,034
5	-0,253	-0,093	-0,049	-0,028	-0,069	-0,011	-0,028	-0,77
9	-0,219	-0,268	-0,304	-0,108	0,279	-0,17	0,137	0,553

В случае если подобрать термин из соответствующей теории затруднительно, допускается наименование фактора по названию переменной, имеющей по сравнению с другими наибольшую нагрузку по этому фактору. Интерпретация полученных факторов приведена в таблице 8.13.

**Таблица 8.13 -Интерпретация обобщённых факторов конкурентоспособности образовательных услуг вузов**

<i>Фактор 1. Научная, научно-техническая деятельность и её результативность</i>	
Показатель 21	Среднегодовой объём научных исследований на единицу научно-педагогического персонала за 5 лет
Показатель 20	Удельный вес аспирантов, защитивших диссертации не позднее чем через год после окончания аспирантуры (от числа поступивших)
Показатель 22	Среднегодовой объём финансирования исследований за 5 лет (тыс. руб.)
Показатель 19	Среднегодовое количество защит диссертаций на 100 человек научно-педагогического персонала за 5 лет
Показатель 3	Оборудование учебно-лабораторных помещений (экспертная оценка)

<b>Фактор 2. Образовательная и научная деятельность и её результативность</b>	
Показатель 13	Среднегодовое количество монографий на 100 основных штатных педагогических работников с учёными степенями и (или) званиями
Показатель 17	Среднегодовой контингент обучающихся по образовательным программам профессиональной переподготовки и/или повышения квалификации
Показатель 6	Соответствие содержания и уровня подготовки требованиям ГОС
Показатель 18	Число аспирантов на 100 студентов контингента, приведённого к очной форме обучения
<b>Фактор 3. Квалификация профессорско-преподавательского состава и востребованность выпускников</b>	
Показатель 1	Доля профессорско-преподавательского состава с учеными степенями и учеными званиями
Показатель 2	Удельный вес докторов наук, профессоров в профессорско-преподавательском составе
Показатель 11	Востребованность выпускников
<b>Фактор 4. Широта спектра научной и учебной деятельности</b>	
Показатель 15	Число отраслей науки, в рамках которых выполняется НИР
Показатель 14	Число укрупнённых групп специальностей по реализуемым основным образовательным программам
Показатель 16	Число отраслей науки по специальностям научных работников (аспирантуры)
<b>Фактор 5. Качество подготовки обучающихся и выпускников</b>	
Показатель 8	Соответствие качества подготовки обучающихся и выпускников требованиям ГОС
Показатель 4	Количество единиц учебно-методической литературы на одного студента приведенного контингента

**Продолжение таблицы 8.13**

<i>Фактор 6. Уровень подготовки абитуриентов и научно исследовательская работа студентов</i>	
Показатель 10	Уровень организации научно-исследовательской работы студентов
Показатель 7	Уровень требований при приёме
<i>Фактор 7. Воспитательная деятельность</i>	
Показатель 12	Воспитательная деятельность
<i>Фактор 8. Инновационность вуза и эффективность внутривузовской системы обеспечения качества</i>	
Показатель 5	Количество терминалов, с которых имеется доступ к сети Интернет (на 100 студентов приведённого контингента)
Показатель 9	Эффективность внутривузовской системы обеспечения качества образования

Далее каждому первичному показателю присвоен коэффициент корреляции с выделенным фактором. Значимые коэффициенты корреляции между показателями и факторами приведены в таблице 8.14.



**Таблица 8.14 - Значимые коэффициенты корреляции между показателями и факторами**

№ п/п	Наименование показателя	Факторы							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Доля профессорско-преподавательского состава с учеными степенями и учеными званиями			0,799					
2	Удельный вес докторов наук, профессоров в профессорско-преподавательском составе			0,647					
3	Оборудование учебно-лабораторных помещений	0,422							
4	Количество единиц учебно-методической литературы на одного студента приведенного контингента				0,494				
5	Количество терминалов, с которых вместе доступ к сети Интернет								0,77
6	Соответствие содержания и уровня подготовки требованиям ГОС		0,558						
7	Уровень требований при приеме в вуз						0,628		
8	Соответствие качества подготовки обучающихся и выпускников требованиям ГОС				0,797				
9	Эффективность внутривузовской системы обеспечения качества								0,553
10	Уровень организации научно-исследовательской работы студентов						0,796		
11	Востребованность выпускников			0,513					
12	Воспитательная деятельность							0,836	
13	Среднегодовое количество монографий на 100 основных штатных педагогических работников с учёными степенями и (или) званиями		0,678						

Продолжение таблицы 8.14

№ п/п	Наименование показателя	Факторы							
		1	2	3	4	5	6	7	8
14	Число укрупнённых групп специальностей по реализуемым основным образовательным программам				0,591				
15	Число отраслей науки, в рамках которых выполняется НИР				0,735				
16	Число отраслей науки по специальностям научных работников (аспирантуры)				0,551				
17	Среднегодовой контингент обучающихся по образовательным программам профессиональной переподготовки и/или повышения квалификации		0,664						
18	Число аспирантов на 100 студентов контингента, приведённого к очной форме обучения		0,455						
19	Среднегодовое количество защит диссертаций на 100 человек научно-педагогического персонала за 5 лет	0,453							
20	Удельный вес аспирантов, защитивших диссертации не позднее чем через год после окончания аспирантуры (от числа поступивших)	0,755							
21	Среднегодовой объём научных исследований на единицу научно-педагогического персонала за 5 лет (тыс. руб.)	0,774							
22	Среднегодовой объём финансирования исследований за 5 лет, тыс. руб.	0,713							

Используя полученные данные, сделан переход от первичных переменных к новым обобщённым. В этом случае  $f_1; f_2; f_3; f_4; f_5; f_6; f_7; f_8$  будут характеризоваться следующими преобразованиями:

$$f_1 = 0,422 * x_3 + 0,453 * x_{19} + 0,755 * x_{20} + 0,774 * x_{21} + 0,713 * x_{22};$$

$$f_2 = 0,558 * x_6 + 0,678 * x_{13} + 0,664 * x_{17} + 0,455 * x_{18};$$

$$f_3 = 0,799 * x_1 + 0,3647 * x_2 + 0,513 * x_{11};$$

$$f_4 = 0,591 * x_{14} + 0,735 * x_{15} + 0,551 * x_{16};$$

$$f_5 = 0,494 * x_4 + 0,797 * x_8;$$

$$f_6 = 0,628 * x_7 + 0,796 * x_{10};$$

$$f_7 = 0,836 * x_{12};$$

$$f_8 = 0,77 * x_5 + 0,553 * x_9.$$

Таким образом, только глубокий, научно обоснованный многомерный статистический анализ позволит построить модель, наиболее адекватно отражающую реальные педагогические явления и процессы.

## Раздел 9. Методы статистического прогнозирования показателей и результатов в педагогике

Современный этап социально-экономического развития России требует разработки эффективных педагогических прогнозов на основе научно-обоснованной методологии прогнозирования. В этой связи изучение теоретических аспектов прогнозирования в педагогике представляется несомненно важной и актуальной проблемой, в рамках решения которой разработка методологии статистического анализа и прогнозирования показателей является существенной для понимания основных направлений и тенденции развития педагогического знания.

Анализ педагогических исследований показывает, что проблемы использования методов и приемов прогнозирования в педагогической деятельности изучены ещё недостаточно. Педагог с низким уровнем прогностической культуры не может формировать и развивать прогностическое мышление у студентов, будущих специалистов.

Прогностика - древнегреческое слово, обозначающее в наиболее общем смысле искусство формулирования прогнозов.

Основная задача прогностики – развитие методологии прогнозирования с целью повышения эффективности разработки прогнозов. В проблематику прогностики входит изучение особенностей прогнозирования как специального научного исследования, принципов построения и оптимального сочетания различных методов прогнозирования, способов оценки достоверности прогнозов<sup>87</sup>.

Статистическое прогнозирование наряду с другими видами прогнозирования педагогических явлений и процессов является инструментом управления и развития.

Прогнозирование представляет собой вид познавательной деятельности человека, направленной на формирование прогнозов в педагогике, на основе анализа тенденций и закономерностей развития педагогических явлений и процессов.

Прогнозирование – научное, основанное на системе установленных причинно-следственных связей и закономерностей, выявление состояния и вероятностных путей развития явлений и процессов в педагогике.

Прогнозирование предопределяет оценку показателей и результатов в педагогике, дает характеристику педагогических явлений и процессов в будущем. Оно распространяется на такие процессы

---

<sup>87</sup> Гвишиани Д.М., Лисичкин В.А. Прогностика. – М.: Знание, 1968. – 421 с.

управления, которые в момент выработки прогнозов можно определить либо в весьма малом диапазоне, либо совсем невозможно, либо возможно, но требует учета действия таких факторов, влияние которых не может быть полностью или однозначно определено.

В литературе по педагогике и педагогическим исследованиям существуют различные точки зрения на понимание прогностики, прогнозирования и его роли в расширении педагогического знания.

Под прогнозированием, в широком смысле, понимается «разработка прогноза в виде формулирования вероятностного суждения о состоянии какого-либо явления в будущем»<sup>88</sup>. В узком смысле, под прогнозированием понимается «специальное научное исследование перспектив развития какого-либо явления, преимущественно с количественными оценками и с указанием более или менее определенных сроков изменения этого явления»<sup>89</sup>.

В отечественной науке фундаментальные основы прогнозирования отражены в работах Т.М. Дридзе, И.В. Бестужева-Лады, В.И. Вернадского, В.А. Ядова и др. В области педагогической прогностики исследования представлены трудами Б.С. Гершунского, В.И. Загвязинского, Л.И. Лурье и др.

И.В. Бестужев-Лада прогнозирование рассматривает, в широком смысле слова, как разработку прогноза, в узком смысле – специальное научное исследование конкретных перспектив развития какого-либо объекта<sup>90</sup>.

Л.А. Регуш рассматривает прогнозирование в следующих аспектах<sup>91</sup>:

- как познавательную деятельность человека;
- условиями получения знания как результата реализации прогнозирования являются оценка отклонений эмпирических данных и данных о прогнозируемом объекте;
- специфика результата прогнозирования в отражении будущего с учетом вероятности его наступления и периода упреждения.

Важным научным исследованием проблем прогнозирования педагогических явлений и процессов являются работы Б.С. Гершунского, который рассматривает прогнозирование в педагогике как специально

<sup>88</sup> Философская энциклопедия. - Режим доступа: <http://dic.academic.ru>. - 04.06.2012.

<sup>89</sup> Там же.

<sup>90</sup> Бестужев-Лада И.В. Нормативное социальное прогнозирование: Возможные пути реализации целей общества: Опыт систематизации. – М.: Наука, 1987. – 216 с.

<sup>91</sup> Регуш Л.А. Психология прогнозирования: успехи в познании будущего. – СПб.: Речь, 2003. – 52 с.

организованное системное исследование, результаты которого могут и должны быть использованы при разработке политики в сфере образования, стратегии развития образовательных систем, методов управления качеством педагогической деятельности на разных уровнях, ступенях образования<sup>92</sup>. Методологические принципы образовательно-педагогической прогностики сформулированы Л.Я. Осиповой, основными среди которых являются<sup>93</sup>:

- объективность;
- познаваемость;
- детерминированность;
- историзм;
- единство теории и практики.

Под объективностью следует понимать нивелирование противоречий между объективным характером результатов, получаемых в процессе прогностического исследования, и фактором субъективности, который может присутствовать при построении прогноза педагогических процессов при изучении сложных и многомерных педагогических явлений.

Принцип познаваемости связан с решением задачи оценки верификации педагогических прогнозов и позволяет делать выводы об истинности результатов, целесообразности прогнозирования, его надежности и практической значимости.

Принцип детерминизма предполагает наличие объективных причинно-следственных связей и взаимозависимостей между педагогическими явлениями и закономерностями. Задача исследователя заключается в том, чтобы из всего многообразия факторов: основных, существенных и случайных, второстепенных, выявить факторы основные, существенные, определяющие тенденции и закономерности изменения педагогических процессов.

Принцип историзма предполагает необходимость изучения педагогических процессов в генетическом аспекте и отражает единство и связь качественно различных этапов развития изучаемого явления.

Принцип единства теории и практики позволяет обосновать результативность и целесообразность прогностического исследования.

---

<sup>92</sup> Гершунский Б.С. Образовательно-педагогическая прогностика: Теория, методология, практика. – М.: Флинта, Наука, 2003. – 768 с.

<sup>93</sup> Осипова Л.Я. Философско-педагогические основы прогнозирования социальной эффективности образования: автореф. дисс. ... д-ра. пед. наук: 13.00.01 / Л.Я. Осипова. – Ульяновск, 2009. – 50 с.

Перечисленные принципы не являются исчерпывающими в оценке прогнозирования в педагогике. Также можно выделить принципы массовости, оперативности и.д. Акцент сделанный на этих двух принципах (в совокупности с ранее обозначенными) объясняется тем, что получение точных и надежных прогнозов педагогических явлений и процессов зависит от длины временного ряда, на основе которого выявляются, моделируются и прогнозируются тенденции и закономерности развития. При этом существует следующая зависимость: чем длиннее временной ряд показателей педагогической деятельности, и если в нем существует закономерность, то это более точное ее проявление, чем на основе коротких временных рядов.

Принцип оперативности предполагает, что прогнозы показателей и результатов педагогической деятельности должны строиться на реально существующей информационной базе, отражающей тенденции и закономерности изменения явлений в последние периоды времени.

Реализация методологических принципов является необходимым, но недостаточным условием построения точного и надежного прогноза показателей и результатов в педагогике.

Наряду с общими, Л.Я. Осипова выделяет частные методологические принципы, учитывающие особенности прогностической деятельности в педагогике: исследовательской доказательности; понятийно-терминологического единообразия; точности; целостности; системности; комплексности; непрерывности (систематичности); вариативности; коллективности; опытно-экспериментальной верификации; практической направленности<sup>94</sup>.

Принцип исследовательской доказательности направлен на проведение тщательного теоретического анализа прогнозируемого педагогического объекта, результатами реализации которого могут выступать гипотезы, законы развития, и будут способствовать созданию объективного, достоверного, прогноза развития педагогического явления.

Принцип понятийно-терминологического единообразия и точности Л.Я.Осипова трактует как необходимость создания универсального категориального аппарата с целью конкретизации сущности и структуры педагогических объектов, а также их функционального назначения.

Принцип целостности и системности отражает комплексный характер прогнозирования педагогического объекта и обеспечивает оптимальность реализации этапов педагогического прогнозирования.

---

<sup>94</sup> Осипова Л.Я. Философско-педагогические основы прогнозирования социальной эффективности образования: автореф. дисс. д-ра. пед. наук: 13.00.01 / Л.Я. Осипова. – Ульяновск, 2009. – 50 с.

Непрерывность в прогнозировании предполагает корректировку педагогических прогнозов в соответствии с непрерывно обновляющейся информацией об объекте.

Принцип вариативности предполагает разработку различных вариантов прогноза, исходя из целей и задач прогнозирования.

Верификация предполагает проверку достоверности полученного прогноза.

При этом верификация прогнозов в педагогике может быть осуществлена различными методами:

- прямая верификация;
- косвенная верификация;
- верификация методом инверсии;
- верификация методом минимизации ошибок;
- «адвоката – дьявола».

По мнению В.А. Пылева прогнозирование должно выступать теоретической основой управления образовательной системой, технологической составляющей и предпосылкой принятия обоснованных управленческих решений, процессом разработки научно обоснованного суждения о вероятных изменениях социально-педагогических объектов в будущем с целью повышения эффективности управления ими<sup>95</sup>.

Рассматривая прогнозирование в педагогике в качестве профессиональной функции педагога, Н.В. Кузьмина определяет педагогическое прогнозирование как процесс получения опережающей информации о результатах педагогических действий. Этот процесс строится на основе знания сущности и логики педагогического процесса, закономерностей возрастного и индивидуального развития учащихся<sup>96</sup>.

В.А. Сластенин рассматривает педагогическое прогнозирование как элемент технологии конструирования педагогического процесса, результатом которого является получение педагогом опережающей информации об объекте с помощью научно обоснованных положений, методов и приемов<sup>97</sup>.

---

<sup>95</sup> Пылев В.А. Социально-педагогическое прогнозирование в управлении региональной образовательной системой: дис.... канд. пед. наук: 13.00.01. – Самара, 2009. – 193 с.

<sup>96</sup> Кузьмина Н.В. Очерки психологии труда учителя: Психологическая структура деятельности учителя и формирование его личности. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1967. – 182 с.

<sup>97</sup> Сластенин В., Исаев И., Мищенко А., Шиянов Е. Педагогика: учеб. пособие для студентов педагогических учебных заведений. – 4-е изд. – М.: Школьная Пресса, 2002. – 512 с.



Обобщив различные точки зрения на категорию прогнозирования, можно конкретизировать понятие педагогического прогнозирования.

Под педагогическим прогнозированием необходимо понимать формирование стратегии развития образовательного учреждения в соответствии с изменениями на рынке труда, определение потребности общества в специалистах, обучение и повышение их квалификации с целью подготовки компетентных, востребованных обществом профессионалов и дальнейшего развития личности с учетом индивидуальных особенностей обучения. Прогнозирование в педагогике взаимосвязано с потребностями общества в компетентных специалистах и стремлением личности к развитию.

Принимая позицию Б.С. Гершунского, под педагогическим прогнозированием понимается «специально организованный комплекс научных исследований, направленных на получение достоверной опережающей информации о развитии соответствующих педагогических объектов с целью оптимизации содержания, методов, средств и организационных форм учебно-воспитательной системы»<sup>98</sup>.

Педагогическое прогнозирование направлено на научное обоснование процессов развития объектов и явлений образовательной действительности. Эффективность прогнозирования определяется полученным результатом, в качестве которого выступает прогноз как «научно обоснованное суждение о возможных состояниях объекта в будущем, альтернативных путях и сроках их осуществления»<sup>99</sup>.

Объектом прогнозирования в педагогике является сама педагогика как наука, ее тенденции и перспективы развития (предмет, законы и закономерности, методы).

Объектами прогнозирования в педагогике могут выступать класс, ученик, знания, отношения и т.п.<sup>100</sup>

Объектом педагогического прогнозирования, по мнению А.В. Рождественского<sup>101</sup>, также может выступать образовательная ситуация,

---

98 Прогнозирование в образовании: теория и практика / Под ред. Б.С. Гершунского. – М.: ИТП и МНО РАО, 1993. – 203 с.

99 Владимирова, Л.П. Прогнозирование и планирование в условиях рынка: учеб. пособие для вузов / Л.П. Владимирова. – М.: Дашков и К, 2005. – 339 с., с. 36.

100 Сластенин В., Исаев И., Мищенко А., Шиянов Е. Педагогика: учеб. пособие для студентов педагогических учебных заведений. – 4-е изд. – М.: Школьная Пресса, 2002. – 512 с.

101 Рождественский А.В. Прогнозирование в области образования как научно-педагогическая проблема: дис. канд. пед. наук: 13.00.01. – М., 2005. – 149 с.

содержание образования, критерии и показатели его состояния и развития, средства, методы и формы функционирования образования.

Предметом прогнозирования в педагогике выступают показатели, характеризующие состояние и перспективы развития в педагогике.

Близким данному исследованию является мнение Н.В. Кузьминой, которая рассматривает педагогическую деятельность как систему действий учителя, «направленных на достижения целей через решения бесчисленного ряда педагогических задач»<sup>102</sup>.

Рассматривая прогнозирование в процессе решения педагогических задач, необходимо отметить, что с одной стороны, прогнозирование является условием, обеспечивающим решения разнообразных педагогических задач. С другой стороны, есть задачи, цель которых построение прогноза. Разновидность педагогических задач, цель которых является построение некоторого «проекта будущего» были выделены Ю.Н. Кулюткиным и Г.С. Сухобеской. Подобное понимание педагогической деятельности и роли в ней прогнозирования удобно, поскольку позволяет выделить в качестве анализа и средства педагогическую задачу прогностической направленности.

Под прогнозом следует понимать количественное, вероятностное утверждение в будущем о состоянии педагогического объекта или явления с относительно высокой степенью достоверности, на основе анализа тенденций и закономерностей прошлого и настоящего.

Прогноз имеет определенность и достоверность, так как основывается как на качественных, так и на количественных характеристиках. В отдельных случаях прогноз педагогических процессов может носить качественный характер, но в его основе всегда лежат количественные явления.

Для осуществления прогноза, то есть определения понятий, как будут осуществляться и развиваться прогнозируемые педагогические явления в будущем, необходимо знать тенденции и закономерности прошлого и настоящего. При этом следует помнить, что будущее зависит от многих случайных факторов, сложное переплетение и сочетание которых учесть практически невозможно. Следовательно, все прогнозы носят вероятностный характер.

---

<sup>102</sup> Кузьмина Н.В. Очерки психологии труда учителя: Психологическая структура деятельности учителя и формирование его личности. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1967. – 182 с.

Прогнозирование в педагогике опирается на классификацию прогнозов социально-экономических явлений и процессов, так как являются одной из их составляющих:

Поисковый прогноз не ориентируется на заданную цель, а рассматривает возможные направления будущего развития педагогического объекта, то есть выявление того, как будет развиваться объект в будущем полностью зависит от сохранения существующих тенденций и позволяет определить возможные состояния образовательных систем в будущем.

Нормативный прогноз предназначен для указания возможных путей и сроков достижения заданного, желаемого конечного состояния прогнозируемого объекта, то есть нормативный прогноз разрабатывается на базе заранее определенных целей и задач и определяет пути и сроки достижения возможных состояний объекта, зафиксированных в качестве общей цели.

Целевой прогноз описывает желаемые состояния объекта по траектории «нежелательно – менее желательно – более желательно – наиболее желательно – оптимально»<sup>103</sup>.

Программный прогноз отражает гипотетические предположения о возможных взаимовлияниях различных факторов, а также сроки и очередность достижения промежуточных целей<sup>104</sup>.

Сверхпростые прогнозы строятся на основе одномерных временных рядов, когда отсутствуют связи между признаками.

Простые прогнозы в педагогике предполагают учет оценки связей между факторными признаками.

Сложные прогнозы педагогических процессов предполагают оценку связей между признаками в которых определяется на основе системы уравнений или многофакторного динамического прогнозирования.

По времени упреждения выделяются следующие прогнозы педагогических явлений и процессов:

- текущие – до 1 года;
- краткосрочные – от 1 года до 3 лет;
- среднесрочные – от 3 до 5 лет;
- долгосрочные – от 5 до 10 лет.

---

<sup>103</sup> Педагогическое прогнозирование : научно-методическое пособие / Под общ. ред. Л.Е. Никитиной. – М.: НОУ ВПО Московский психолого-социальный институт, 2009. – 288 с., с.21.

<sup>104</sup> Там же.

Период упреждения прогноза – отрезок времени от момента, для которого имеются последние фактические данные об изучаемом объекте, до момента, к которому относится прогноз.

Период упреждения прогноза зависит от специфики и особенностей педагогического объекта исследования, интенсивности изменения показателей, продолжительности действия выявленных тенденций и закономерностей, длины временного ряда и многих других факторов.

Перечисленные виды прогнозов по времени упреждения отличаются друг от друга по своему содержанию и характеру оценок исследуемых педагогических процессов.

Текущий прогноз основан на предположении о том, что в прогнозируемом периоде не произойдет существенных изменений в объекте, а если и произойдут, то количественно несущественные.

Краткосрочный и среднесрочные прогнозы предполагают, что произойдут существенные изменения с объектом как в количественных, так и в качественных характеристиках. При этом в краткосрочном и среднесрочном прогнозах оценка педагогических явлений и процессов дается в разрезе количественно-качественном, а в долгосрочном прогнозе – качественно-количественном.

Выбор методов прогнозирования осуществляется в соответствии с характером объекта, требований, предъявляемых к информационному обеспечению, а также на основе сравнения эффективности и оптимальности решения аналогичных задач.

Для обеспечения научной обоснованности и достоверности педагогических прогнозов необходимо, чтобы в ходе их составления раскрывались и познавались причинно-следственные связи и факторы, характеризующие развитие процессов и явлений, изучались их внутренние структурные связи, а также внешняя среда, в которой они проявляются.

Прогнозирование в педагогике представляет собой сложный процесс, который объясняется тем, что образовательные системы многообразны и многомерны; образовательные процессы являются постоянно развивающимся объектом; меняются представления людей об образовании.

Основными этапами разработки статистических прогнозов в педагогике являются следующие:

- анализ объекта прогнозирования. На этом этапе рассматривается состояние, основные элементы, взаимосвязи и факторы,

формирующие и оказывающие влияние на объект педагогического исследования; выдвигается основная рабочая гипотеза; выявляются причинно-следственные связи как внутри явления, так и вне его и определяется их статистическое выражение;

- характеристика информационный базы исследования. На данном этапе выдвигаются основные требования, предъявляемые к информационной базе. При этом различают количественную информацию, обработку которой осуществляют статистическими методами, и качественную информацию, сбор и обработка которой производится преимущественно эвристическими и непараметрическими статистическими методами анализа;

- выбор метода прогнозирования. Процесс выбора метода прогнозирования обусловлен объективизацией прогноза, которая обеспечивает реализацию наиболее точного и достоверного прогноза. С этой целью целесообразно использовать различную исходную информацию и несколько методов прогнозирования;

- построение исходной модели прогноза и ее реализация. Данный этап предполагает, что основой построения прогноза педагогических процессов является разработка достаточно адекватной исходной модели, обладающей прогностическими свойствами;

- проверка достоверности, точности и обоснованности прогноза. На данном этапе дается достоверная оценка процесса прогнозирования на основе расчета и анализа абсолютных, относительных и средних показателей точности прогноза. Надежность прогноза определяется, как правило, величиной доверительных интервалов;

- принятие решений на основе прогнозной модели и выработка рекомендаций о возможностях ее использования для получения прогнозных оценок.

В педагогике широко используются методы, которые являются традиционными для исследования в этой сфере: наблюдение, собеседование, анкетирование, педагогический эксперимент, изучение учебной документации и другие, которые позволяют определить качественные признаки, изучить структуру педагогических явлений и процессов, и способствуют накоплению эмпирических данных.

Однако применением данных методов в педагогических исследованиях не решается задача оценки перспектив развития педагогики, основных ее направлений и результатов.

Немецкий методолог Флориан Сейя (Florian Seja) выделяет три группы методов педагогических исследований<sup>105</sup>:

- методы субъективного опыта;
- методы экстраполяции;
- каузальные (причинные) методы.

Методы субъективного прогноза основаны на мысленном проектировании и оценке человеком будущего на основе личного опыта, а также учета мнений экспертов. Каузальные прогнозы основаны на исчислении функциональных зависимостей.

Одним из наиболее распространенных методов прогнозирования педагогических явлений и процессов является экстраполяция, то есть продолжение тенденции и закономерностей, связей и соотношений прошлого и настоящего на будущее.

Использование метода экстраполяции является актуальным в педагогических исследованиях. Некоторые авторы полагают, что данный метод является хорошо разработанным применительно к педагогике.<sup>106,107</sup>

Суть метода экстраполяции (от лат. *extra* – сверх, и *polio* – изменяю) заключается в том, что выводы, полученные в результате исследования за одним объектом, явлением (или их частями) переносятся на другую часть.

Типичным примером экстраполяции является прогноз по одномерному временному ряду, который заключается в продлении на будущий период сложившейся тенденции изучаемого педагогического явления. Основная цель данного прогноза заключается в том, чтобы показать, к каким результатам можно прийти в будущем, если развитие явления будет происходить аналогично развитию прошлого периода. Если прогнозная оценка окажется неудовлетворительной, то сложившаяся в прошлом тенденция должна быть изменена с учётом тех факторов, под влиянием которых она складывается.

Широкое практическое применение методов экстраполяции трендовых моделей объясняется простотой метода, сравнительно

---

<sup>105</sup> Sidī, A. *Practical Extrapolation Methods: Theory and Applications* Cambridge University Press, Cambridge mono-graphs on applied and computational mathematics. – 10. – 2003. – 519 p.

<sup>106</sup> Kramvar, S.D., Haveliwala, T.H., Mannig, Ch., Golub, G.H. *Extrapolation Methods* // <http://www.slideshare.net/jlarevalo/extrapolation>

<sup>107</sup> Sidī, A. *Practical Extrapolation Methods: Theory and Applications* Cambridge University Press, Cambridge mono-graphs on applied and computational mathematics. – 10. – 2003. – 519 p.

небольшим объемом информации и четкостью механизма реализации, лежащих в его основе предпосылок.

В той или иной степени, экстраполяция используется при формировании образовательных программ, учебных планов, при составлении профессиограмм, квалификационных характеристик.

В зарубежной прогностике различают различные стратегии экстраполяции: стратегию на основе аналогового моделирования, стратегию на основе индукции, стратегию переноса выборочных данных на всю генеральную совокупность.<sup>108,109</sup> Прогностическая экстраполяция в большинстве случаев производится на основе статистически установленных тенденций изменения количественных характеристик прогнозируемого объекта, подчиняющихся той или иной функциональной зависимости и описываемых соответствующими кривыми графически. Таким путем прогнозируются, например, рост численности и структура научных кадров, рост объема научно-технической информации, размеры средств, вкладываемых в науку, темпы роста различных показателей отраслей промышленности и т.п. В той или иной мере они используются при формировании учебных планов и программ, составлении профессиограмм и квалификационных характеристик, планировании учебно-воспитательного процесса, анализе и диагностике учебной успеваемости, решении вопросов профориентации, профотбора и т.д.

Б.С. Гершунский замечает: «Поскольку педагогическая наука объективно вынуждена обращаться к экстраполяции, опережающей, ускоряющей и облегчающей познание сложных педагогических процессов и явлений, постольку одной из насущных проблем является проблема выяснения оснований достоверной экстраполяции, границ применения этого метода в педагогических исследованиях»<sup>110</sup>.

Педагогические явления изменяются под воздействием различных факторов, которые можно подразделить на основные, скрытые и случайные.

Основными факторами, влияющими на успеваемость, являются: достигнутый ранее уровень знаний и навыков, квалификация преподавателя, используемое учебно-лабораторное оборудование, социально-

---

<sup>108</sup> Kramvar, S.D., Haveliwala, T.H., Mannig, Ch., Golub, G.H. Extrapolation Methods // <http://www.slideshare.net/jlarevalo/extrapolation>

<sup>109</sup> Sidi, A. Practical Extrapolation Methods: Theory and Applications Cambridge University Press, Cambridge mono-graphs on applied and computational mathematics. – 10. – 2003. – 519 p.

<sup>110</sup> Прогнозирование в образовании: теория и практика / Под ред. Б.С. Гершунского. – М. : ИТП и МНО РАО, 1993. – 203 с.

бытовые условия обучаемых и т.п. Влияние этих факторов может быть продлено на определенный период упреждения, например, на последующую четверть или семестр учебного года.

Однако существенное влияние на успеваемость оказывают скрытые факторы, действие которых в базовом периоде еще не проявляется. К ним можно отнести, например, качество расписания учебных занятий, используемые методы и приемы обучения, познавательные интересы учащихся, их способности к усвоению разного по своему характеру учебного материала, обеспеченность учебниками и учебными пособиями, качество учебного плана и учебных программ, и т. д.

Большое влияние на результаты прогнозирования в педагогике могут оказывать случайные факторы. Например, при прогнозировании успеваемости ими могут быть: психофизиологическое состояние учащегося, критерии оценки знаний, которыми руководствуются преподаватели, и т. д.

Исходя из этого, уровни временного ряда можно представить в виде следующих компонент, которые связаны между собой аддитивно:  $Y_t = ft + St + et$ ,

где:  $Y_t$  - уровень временного ряда;

$ft$  - детерминированная составляющая ряда (тенденция);

$St$  - скрытая составляющая ряда;

$et$  - случайная составляющая ряда.

Или мультипликативно:  $Y_t = ft \cdot St \cdot et$ ,

Все компоненты временного ряда взаимосвязаны между собой и являются теоретическими понятиями. С этой точки зрения разделение временных рядов на компоненты - это теоретическая абстракция, так как данное разделение является чисто математической процедурой и осуществляется на базе статистических методов. Но, несмотря на условность такого расчленения фактических уровней рядов, такой прием может оказаться довольно полезным для решения разных проблем анализа и прогнозирования на базе временных рядов<sup>111</sup>.

По поводу расчленения временных рядов на компоненты известный русский ученый Четвериков Н. С. отмечал, что «расчленению подвергается динамика, а не само явление, участвующее не раздельно во всем сложном движении»<sup>112</sup>.

<sup>111</sup> Венсель В.В. Интегральная регрессия и корреляция. Статистическое моделирование рядов динамики. - М.: Финансы и статистика, 1983. - 158 с.7

<sup>112</sup> Четвериков Н.С. Сглаживание динамических рядов. Ученые записки по статистике. Т. XXII-XXIII М., 1973. - 106 с.



На первой стадии анализа для разложения рядов на составные компоненты и устранения влияния систематических компонент на изменение случайного компонента можно применить различные методы определения и установления отдельных неслучайных компонент временных рядов.

Анализ и моделирование тенденции временного ряда показателей, характеризующих педагогические явления или процессы целесообразно начинать с выявления наличия тенденции в целом. Для этой цели наиболее эффективны и дают хорошие результаты такие методы как кумулятивный Т-критерий.

*Кумулятивный Т-критерий* позволяет определить наличие не только самой тенденции, но и ее математического выражения — тренда.

Выдвигается основная гипотеза ( $H_0$ ): об отсутствии тенденции в исходном временном ряду. Расчетное значение критерия определяется как отношение накопленной суммы квадратов отклонений эмпирических значений уровней временного ряда от их среднего значения ( $\sum Z_n^2$ ) и самих отклонений по формуле:

$$T_p = \frac{\sum Z_n^2}{\sigma_y^2},$$

где:

$Z_n$  - накопленный итог отклонений эмпирических значений от среднего уровня исходного временного ряда;

$\sigma_n^2$  - общая сумма квадратов отклонений, определяемая по формуле:

$$\sigma_n^2 = \sum_n y_i^2 - (\bar{y})^2 \cdot n;$$

$y_i$  - исходные значения признака;

$\bar{y}$  - средний уровень исходного ряда динамики;

$n$  - длина временного ряда (число уровней).

Если анализируется достаточно длинный временной ряд, то для расчета значений критерия можно использовать нормированное отклонение:

$$t_p = \frac{T_p - \left(\frac{n+1}{6}\right)}{\sqrt{(n-2) \frac{2n-1}{90}}}.$$

Расчетные значения кумулятивного Т-критерия и  $t_p$  сравниваются с критическими при заданном уровне значимости  $\alpha$ . Если расчетное значение  $T_p$  или  $t_p$  превышает критическое (табличное) значение критерия ( $T_{кр}$ ), то гипотеза об отсутствии тренда отвергается, следовательно, в исходном временном ряду существует тенденция, описываемая трендом. В противном случае, если  $T_p < T_{кр}$  или  $t_p < t_{кр}$ , признается отсутствие тенденции в ряду динамики.

Прогнозы на основе *экстраполяции трендовых моделей*, как и любые статистические прогнозы, могут быть либо точечными, либо интервальными.

Экстраполяцию в общем виде можно представить формулой:

$$\hat{y}_{t+L}^* = f(y_t, L, a_t),$$

где:

$y_t$  – текущий уровень исходного временного ряда;

$L$  – период упреждения;

$a_t$  – параметр уравнения тренда.

Размер уровня, характеризующего педагогическое явление, формируется под воздействием множества факторов, причем не представляется возможным выделить порознь их влияние. В связи с этим ход развития связывается не с какими-либо конкретными факторами, а с течением времени, то есть:

$$\bar{y}_t = f(t).$$

Экстраполяция дает возможность получить точечное значение прогноза показателей в педагогике.

Точечный прогноз есть оценка прогнозируемого показателя в точке (в конкретном году, месяце, дне) по уравнению, описывающему тенденцию показателя. Точечная оценка рассчитывается путем подстановки номера года  $t$ , на который рассчитывается прогноз, в уравнение тренда. Она является средней оценкой для прогнозируемого интервала времени.

Величина доверительного интервала определяется следующим образом:

$$\hat{y}_t^* \pm t_\alpha \times \sigma_{\bar{y}_t},$$

где:  $\sigma_{\bar{y}_t}$  – средняя квадратическая ошибка тренда;

$\hat{y}_t^*$  – расчетное прогнозное значение уровня;

$t_\alpha$  – доверительное значение критерия Стьюдента.

Метод прогнозирования на основе экстраполяции тренда в педагогике базируется на следующих предпосылках:

- исходный временной ряд должен описываться плавной кривой;
- общие условия, определяющие тенденцию развития изучаемого явления в прошлом и настоящем не должны претерпевать значительных изменений в будущем;
- исходный ряд динамики должен иметь достаточное число уровней, с тем, чтобы отчетливо проявилась тенденция.

Трендовые модели выражаются различными функциями  $\bar{y}_t = f(t)$ , на основе которых строятся модели прогноза и осуществляется их оценка.

На практике наибольшее распространение получили следующие виды трендовых моделей:

- линейная  $\hat{y}_{t+L}^* = a_0 + a_1 t$ ;

- параболы различных степеней:

$$\hat{y}_{t+L}^* = a_0 + a_1 t + a_2 t^2;$$

$$\hat{y}_{t+L}^* = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3 \text{ и т.д.}$$

- степенная:

$$\hat{y}_{t+L}^* = a_0 + a_1 t^{a_2}$$

$$\hat{y}_{t+L}^* = a_0 + a_1 t^{-a_2}$$

- показательная:  $\hat{y}_{t+L}^* = a_0 \times a_1^t$ ,

$$\hat{y}_{t+L}^* = a_0 \times e^t$$

$$\hat{y}_{t+L}^* = a_0 \times e^{a_1 t}$$

- логарифмическая:  $\hat{y}_{t+L}^* = a_0 + a_1 \lg t$ .

Остановимся подробнее на проблеме выбора математической функции описания основной тенденции развития педагогических процессов.

Наиболее простым путем решения проблемы выбора формы трендовой модели можно назвать графический, на базе общей конфигурации графика фактических уровней ряда показателя педагогики. Однако при этом подходе риск ошибочного выбора кривой очень ве-

лик. Разные специалисты, исходя из одного и того же графика, могут прийти к разным заключениям по поводу формы уравнения. Однако в несложных случаях подход графического выбора может дать вполне приемлемые результаты.

Подбор класса выравнивающих кривых для временного ряда производится на основе качественного анализа представленного им процесса, а также если известны:

$\Delta^1, \Delta^2, \Delta^3, \dots, \Delta^i$  – первые, вторые, третьи и т.д. разности или абсолютные ускорения;

$Tr_N$  – темпы роста первых абсолютных приростов уровней;

$\Delta' \lg y_i$  – первые абсолютные приросты логарифмов уровней;

$Tr_p$  – темпы роста.

В этих случаях в качестве критериев выбора типа кривой можно использовать следующие (табл. 9.1).

**Таблица 9.1 - Критерии выбора класса, выравнивающих кривых**

Показатель	Изменение уровней временного ряда	Формула уравнения	Наименование функции
$\Delta'$	более или менее постоянные	$\bar{y}_t = a_0 + a_1 t$	линейная
$\Delta'$	уменьшающиеся	$\bar{y}_t = a_0 + a_1 / t$	гиперболическая
$\Delta'$	изменяющиеся с насыщением	$\bar{y}_t = k / (1 + b e^{-at})$	логистическая
$\Delta''$	постоянны	$\bar{y}_t = a_0 + a_1 t + a_2 t^2$	параболическая 2-ой степени
$\Delta'''$	постоянны	$\bar{y}_t = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3$	параболическая 3-ой степени
$\Delta''''$	постоянны	$\bar{y}_t = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3 + a_4 t^4$	параболическая 4-ой степени
$Tr_{\Delta 1}$	постоянны	$\bar{y}_t = a_0 \cdot a_1^t$ ( $\bar{y}_t = a e^{bt}$ )	экспоненциальная
$Tr_N$	Сначала быстро растут, а затем рост изменяется	$\bar{y}_t = a_0 + a_1 \lg t$	полулогарифмическая парабола
$\Delta' \lg y_i$	изменяется с постоянным темпом роста	$\bar{y}_t = k a^{bt}$	кривая Гомперца

При выборе формы тренда наряду с теоретическим анализом закономерностей развития изучаемого явления используются эмпирические методы, такие как:

- расчет и анализ средней квадратической ошибки;
- критерий наименьшей суммы квадратов отклонений эмпирических и теоретических значений уровней временного ряда;
- метод разностного исчисления;
- метод дисперсионного анализа;

*Средняя квадратическая ошибка* определяется по формуле:

$$\sigma_{\text{ош}} = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \bar{y}_i)^2}{n - k - 1}},$$

где  $k$  — число параметров уравнения.

Чем меньше значение ошибки, тем функция наилучшим образом описывает тенденцию исходного временного ряда.

*Критерий наименьшей суммы квадратов отклонений эмпирических значений уровней временного ряда от теоретических, полученных по уравнению тренда:*  $\sum (y_i - \bar{y}_i)^2 \longrightarrow \min$  также предполагает, что наилучшим образом тенденция описывается трендом, которому соответствует наименьшее значение суммы квадратов отклонений.

*Дисперсионный метод анализа* основывается на сравнении дисперсий.

Суть метода в следующем: общая дисперсия временного ряда делится на:

- вариацию вследствие тенденции  $V_{\text{т}}$ ;
- случайную вариацию  $V_{\text{с}}$ :

$$V_{\text{общ}} = V_{\text{т}} + V_{\text{с}}$$

Общая вариация определяется как сумма квадратов отклонений эмпирических значений уровней ряда ( $y_i$ ) от среднего уровня исходного временного ряда ( $\bar{y}$ ), то есть из выражения вида:

$$V_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2.$$

Случайная вариация — это сумма квадратов отклонений эмпирических значений уровней ( $y_i$ ) от теоретических полученных по уравнению тренда ( $\bar{y}_i$ ), и определяется по выражению следующего вида:

$$V_{\varepsilon} = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2.$$

Вариация вследствие тенденции определяется как разность общей и случайной вариаций из выражения вида:

$$V_{f(t)} = V_{\text{общ}} - V_{\varepsilon}.$$

На основе рассмотренных показателей вариации определяются различные виды дисперсии:

- общая дисперсия:  $\sigma_{\text{общ}}^2 = \frac{V_{\text{общ}}}{n-1} = \frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{n-1}$ ;
- дисперсия случайного компонента:

$$\sigma_{\varepsilon}^2 = \frac{V_{\varepsilon}}{n-k} = \frac{\sum (y_i - \bar{y}_i)^2}{n-k},$$

- где  $k$  — число параметров уравнения тренда.
- дисперсия тенденции:

$$\sigma_{f(t)}^2 = \frac{V_{f(t)}}{k-1} = \frac{V_{\text{общ}} - V_{\varepsilon}}{k-1} = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 - \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2}{k-1}.$$

Выдвигается и проверяется гипотеза о том, что не подходит рассматриваемое уравнение тренда для описания тенденции исходного временного ряда показателя, характеризующего педагогическое явление или процесс.

Гипотеза проверяется на основе F-критерия Фишера-Снедекора, расчетное значение которого определяется по следующей формуле:

$$F_p = \frac{\sigma_{f(t)}^2}{\sigma_{\varepsilon}^2}, \text{ если } \sigma_{f(t)}^2 > \sigma_{\varepsilon}^2$$

Критическое значение критерия определяется по таблице табулированных значений (приложение) следующим образом:

$$F_{\alpha p} : \begin{cases} \alpha \\ \nu_1 = k-1 \\ \nu_2 = n-k \end{cases}$$

Если  $F_p > F_{кр}$  при заданном уровне значимости  $\alpha$  и числе степеней свободы ( $v_1 = k - 1$ ,  $v_2 = n - k$ ), то уравнение тренда подходит для отражения тенденции исходного временного ряда.

Анализ необходимо начинать с более простого уравнения к сложным.

После того, как определена форма трендовой модели (уравнения), необходимо проанализировать наличие, характер и закон распределения отклонений эмпирических значений от теоретических, полученных по уравнению тренда.

При этом наиболее существенным вопросом прогнозирования педагогических процессов по трендовым моделям является проблема точного прогноза.

Точная оценка прогноза весьма условна в силу следующих причин:

- Выбранная для прогнозирования функция дает лишь приближенную оценку тенденции, так как она не является единственно возможной.
- Статистическое прогнозирование осуществляется на основе ограниченного объема информации, что, в свою очередь, сказывается на величине доверительных интервалов прогноза.
- Наличие в исходном временном ряду случайного компонента приводит к тому, что любой прогноз педагогических явлений и процессов осуществляется лишь с определенной долей вероятности.

Рассматривая получение интервальных или точечных оценок прогноза следует учитывать, что в отдельных случаях получение более точных оценок не гарантирует надежности прогноза.

Применение трендовых моделей прогнозирования педагогических явлений и процессов имеет большую значимость и, несмотря на определенную простоту их реализации, часто используются для прогнозирования сложных явлений.

Прогнозирование методом экстраполяции тренда основывается на анализе тенденций развития одномерных временных рядов педагогических явлений и процессов.

Рассмотрим прикладное применение методики прогнозирования на основе экстраполяции трендовых моделей на примере показателей использования on-line-технологий в образовательном процессе одного из филиалов вуза.

Требования непрерывного повышения квалификации и всестороннего образования личности совпадают в настоящее время со стре-

мительным переходом развитых стран к информационному обществу. Широкое использование новейших средств коммуникации, позволяющих осуществлять быстрый и дистанционный доступ к базам знаний, кардинально меняет требования к содержанию теоретической и практической подготовки, характеру организации образовательных процессов, сменяя акценты на непрерывное, самостоятельное, опережающее образование.

Высокая динамика компьютерной индустрии постоянно расширяет возможности использования новых технологий в образовательных целях. Россия находится на пороге нового этапа развития технического прогресса. Интернет становится мобильным, а вместе с ним становятся мобильными и процесс обучения в электронной форме через сеть Интернет.

Внедрение on-line-технологий, как составляющей образовательного процесса и повышение их роли в учреждениях высшего, среднего и дополнительного профессионального образования, выдвигает на первый план задачу анализа и перспектив развития этого направления с целью выбора оптимальных решений, направленных на повышение эффективности всего образовательного процесса в целом.

Важным этапом перспективного развития on-line обучения является прогнозирование развития его основных показателей, существенной предпосылкой реализации которых является анализ тенденции развития процессов.

Основными оценочными показателями для анализа и прогнозирования тенденций внедрения on-line-технологий в учебный процесс являются:

- количество дисциплин – учебных курсов, проходящих через on-line обучение;
- количество тьюторов, обучившихся по программе «Преподаватель в среде E-learning»;
- количество студентов, обучающихся с использованием технологий;
- соотношение оценок уровня знаний студентов-экстернов, обучающихся в on-line среде и по традиционной форме обучения.

Для отображения динамики основных показателей развития E-learning процесса построены временные ряды в хронологическом порядке (табл.9.2).



**Таблица 9.2 - Количество дисциплин – учебных курсов с использованием on-line-технологий**

Период	Количество дисциплин, ед.
I семестр 2009/2010	2
II семестр 2009/2010	2
I семестр 2010/2011	4
II семестр 2010/2011	7
I семестр 2011/2012	9
II семестр 2011/2012	11
I семестр 2012/2013	13
II семестр 2012/2013	15
I семестр 2013/2014	15
II семестр 2013/2014	20

Анализ тенденции временного ряда количества учебных курсов был проведен с использованием Кумулятивного Т-критерия, рассмотренного выше. Была выдвинута и проверена гипотеза об отсутствии тенденции во временном ряду количества дисциплин – учебных курсов, проходивших через on-line. Расчетное значение кумулятивного Т-критерия составило 4,6. Полученный результат свидетельствует о том, что во временном ряду существует тенденция, описываемая трендом, так как  $T_{кр} = 3,11$ ,  $T_p = 4,6$  ( $T_p > T_{кр}$ ).

Наилучшую аппроксимацию в описании тенденции количества учебных курсов дала модель линейного тренда:

$$y_t = -1,15 + 1,99 t.$$

Гипотеза о форме тренда была проверена на основе Кумулятивного Т-критерия, где  $Z_a$  - накопленные суммы отклонений эмпирических значений признака от теоретических, полученных по уравнению тренда.

Расчет статистической характеристики Кумулятивного Т-критерия для проверки гипотезы о форме полученного уравнения тренда и ее сравнение с критическим значением на уровне значимости 0,05 показал, что  $T_p$  больше  $T_{кр}$ , следовательно, линейная функция достоверно характеризует тенденцию изменения учебных курсов.

Параметры линейного тренда показывают, что количество дисциплин, проходящих через on-line, в среднем будет увеличиваться на 2 дисциплины.

На основе полученного уравнения тренда построен прогноз количества дисциплин на 2014/2015 и 2015/2016 учебные годы методом экстраполяции трендовых моделей:

$$\hat{y}^*_{2014/2015} = 21 \text{ дисциплина};$$

$$\hat{y}^*_{2015/2016} = 23 \text{ дисциплины.}$$

Проанализируем тенденцию изменения численности студентов, обучающихся с использованием on-line-технологий (табл. 9.3).

**Таблица 9.3 - Количество студентов, обучающихся с использованием on-line технологий**

Период	Количество студентов, чел.
I семестр 2009/2010	20
II семестр 2009/2010	20
I семестр 2010/2011	36
II семестр 2010/2011	40
I семестр 2011/2012	50
II семестр 2011/2012	180
I семестр 2012/2013	520
II семестр 2012/2013	610
I семестр 2013/2014	680
II семестр 2013/2014	740

Расчет статистической характеристики Кумулятивного Т-критерия для проверки гипотезы о форме тренда подтвердил правильность выбора для описания существующей тенденции количества студентов, уравнения тренда следующего вида:

$$y_t = -228,39 + 94,18 t.$$

На основе полученного уравнения тренда построен прогноз числа студентов, обучающихся с использованием on-line-технологий:

$$\hat{y}^*_{2014/2015} = 808 \text{ чел.};$$

$$\hat{y}^*_{2015/2016} = 902 \text{ чел.}$$

Одним из основных оценочных показателей внедрения on-line в учебный процесс является: количество тьюторов, обучившихся по программе «Преподаватель в среде E-Learning».

Анализируя динамику изменения количества тьюторов, обучившихся по программе «Преподаватель в среде E-Learning», можно определить перспективы обучения всех тьюторов филиала.

Наличие тенденции также было подтверждено на основе Кумулятивного Т-критерия ( $T_{кр} = 3,15$ ;  $T_p = 5,1$ ;  $T_p > T_{кр}$ .)

Для временного ряда тьюторов была выбрана следующая функция на основе расчета и анализа средней квадратической ошибки:

$$y_t = -6,29 + 3,64 t.$$

Прогноз числа тьюторов составил:

$$\hat{y}^*_{2014/2015} = 34 \text{ чел.};$$

$$\hat{y}^*_{2015/2016} = 37 \text{ чел.}$$

Наличие положительной тенденции во всех вышеперечисленных показателях филиала свидетельствует о существовании определенной взаимосвязи в их изменении.

Область применения педагогического прогнозирования чрезвычайно широка. Его задачи состоят в том, чтобы предвидеть социально-экономические условия, в которых будет развиваться сфера образования в будущем, новые требования развивающегося общества к человеку, уровню его образования и воспитания и т.д.

## Заключение

Проведенное исследование показало, что педагогические исследования являются областью научно-практических изысканий людей, традиционно содержащей огромное множество дискуссионных вопросов и проблем, частных точек зрения и индивидуальных подходов к объекту познания, требующие необходимого и обязательного использования измерений в познании закономерностей развития образования в самых разнообразных ипостасях учебно-воспитательного процесса.

Педагогические исследования в современном мире охватывают широкий спектр направлений: это не только определение эффективных образовательных технологий, оценка результативности педагогической деятельности в образовательных учреждениях, но и выявление факторов и причин девиантного поведения детей и подростков, обоснование программ воспитания, анализ деятельности в сфере дополнительного образования, профессиональная ориентация учащихся, формирование механизмов сотрудничества семьи и школы; оказание комплексной социально-педагогической поддержки семьям с учетом специфики семейной ситуации. В современном российском обществе имеется особый интерес к проведению грамотной, стратегически выстроенной социальной политики в области формирования системы воспитания. Разрабатываются программы воспитания и социализации обучающихся.

В исследовании представлен анализ различных источников информации, позволяющих получить объективную картину на основе комплекса количественных и качественных показателей. Наиболее широкое распространение в анализе педагогических и воспитательных проблем и оценки эффективности педагогических новаций находят выборочные исследования. Данные, полученные на основе выборочных обследований, могут быть использованы для анализа ситуации в сфере социализации детей и подростков, выявления факторов, формирующих среду педагогического учреждения и влияющих на результативность деятельности, характеристики проблемных ситуаций в сфере образования и воспитания, положения детей, доступность для них учреждений социальной инфраструктуры.

Наличие в федеральных государственных образовательных стандартах требований к результатам освоения основных образовательных программ обуславливает необходимость внедрения системы оценки качества освоения студентами основной образовательной программы высшего профессионального образования по соответствующему направлению подготовки (специальности), призванной, в первую

очередь, обеспечивать повышение эффективности педагогического процесса в высшем учебном заведении. В этой связи особое внимание в педагогическом процессе уделяют тестированию, которое в педагогическом процессе представляет собой наиболее высокотехнологичное и объективное средство для определения степени достижения студентом установленных результатов обучения. Применение педагогического тестирования как критерия эффективности педагогического процесса сегодня отвечает современным потребностям информационного общества, так как является чуть ли не единственным средством контроля знаний учащихся, которое может быть полностью автоматизированным с учетом совершенствования и развития образовательных технологий. Процесс интеграции информационно-коммуникационных технологий в сферу образования предопределил целый ряд важнейших преимуществ педагогического тестирования в сравнении с другими оценочными средствами. В исследовании изучена методология педагогического тестирования: определены принципы и особенности данного процесса, отличительные параметры, раскрыты вопросы методического обеспечения, включающие различные примеры по каждому типу теста, приведены сравнительные характеристики форм тестовых заданий, изложены критерии оценки по каждому тесту, определены достоинства и недостатки используемого метода.

В исследовании рассмотрены методы описательной статистики, используемые в анализе педагогических процессов. На примере данных о численности обучающихся на одного педагогического работника, распределении учащихся по оценкам, успеваемости, средств федерального бюджета, выделяемых на образование, продемонстрировано применение относительных показателей. Велико значение средних величин в анализе педагогических исследований. В исследовании показано их использование на примере дискретных и интервальных рядов распределения, в частности при расчете среднего балла учащегося по ЕГЭ. Проведенное исследование подтверждает, тот факт, что наиболее обоснованным в практике педагогических явлений является использование структурных средних, поскольку исходные данные представлены в виде балльной (рейтинговой) оценки. Вместе с тем, это не исключает применение степенных средних. В исследовании продемонстрированы примеры использования структурных средних (моды и медианы) в анализе возрастного распределения педагогов и средней заработной платы по дискретным и интервальным рядам. Кроме того, продемонстрированы возможности применения структурных средних для атрибутивных признаков. В исследовании дана оценка целесообразно-

сти использования различных видов средних в контексте имеющейся исходной информации. В настоящем Отчете рассмотрены методы изучения вариации в совокупности, которые могут иметь важное значение, в частности, для выявления устойчивости успеваемости учащихся, уровня квалификации педагогов, стоимости за обучение, а также при оценке компетентности педагогического коллектива в целях принятия решений о статусе учебного заведения. Определены достоинства и недостатки используемых абсолютных и относительных показателей вариации. Особое место в исследовании уделено вопросу использования показателей вариации в анализе взаимосвязей на примере зависимости среднего балла квалификации педагогов в учебных заведениях разной формы собственности.

В анализе педагогических явлений и процессов преобладают несплошные методы наблюдения, в частности, выборочное наблюдение. В исследовании рассмотрены основные этапы выборочного обследования, показаны различные способы и алгоритмы отбора единиц. По данным о распределении учеников по оценкам за тестирование определены статистические характеристики. Выборочное наблюдение является необходимым условием, в ходе реализации которого могут применяться экспертные методы отбора. Эксперт может проводить отбор, полагаясь на свои знания и опыт, не всегда поддающиеся ясной формулировке. Именно такой отбор может применяться при проведении педагогических экспериментов с целью выяснения эффективности применения различных методов или средств (например, IT-технологий) обучения или воспитания. Педагогический эксперимент является методом комплексного характера, так как предполагает совместное использование методов наблюдений, бесед, интервью, анкетных опросов и др. Все эти методы применяются как на первом этапе проведения педагогического эксперимента для того, чтобы оценить начальное состояние системы, так и для последующих более или менее частых замеров ее состояний, чтобы на завершающей стадии сделать вывод о справедливости выдвинутой гипотезы.

Одним из методов педагогической науки, направленном на принятия решения о том, противоречит ли рассматриваемая статистическая гипотеза наблюдаемой выборке данных, является проверка гипотезы. Гипотеза в педагогике понимается, как основание, предположение, выдвигаемое с целью объяснения причин, свойств и существования явлений действительности. Формулировка гипотезы в педагогических исследованиях, как правило, направлена на определение условий протекания тех или иных педагогических процессов и явлений. В про-

цессе построения и применении гипотез в педагогическом исследовании необходимо учитывать определённые условия, которые подробно рассмотрены в исследовании. В ходе анализа продемонстрированы различные виды гипотез, этапы реализации проверки гипотез, ошибки, возникающие в процессе проверки гипотез. По данным результатов тестирования студентов по степени сформированности компетенций и приведены примеры проверки гипотез на параметрических методах, в частности гипотезы о средних величинах, дисперсиях, характере распределения. На основе данных о средней сумме баллов ЕГЭ абитуриентов, поступивших на направление «Экономика» показано применение теории гипотез во временных рядах. По имеющимся данным о распределении студентов четвертого курса направления «Экономика» по набранным баллам БРС по результатам изучения теоретического курса продемонстрированы прикладные аспекты проверки гипотезы о характере распределения.

В педагогических исследованиях используются различные подходы к конструированию информационных образовательных проектов (услуг). В ВУЗах, как правило, используют смешанные формы обучения: наряду с очными занятиями в аудитории широко используются дистанционные формы, например, для промежуточного оценивания знаний обучающихся и для обеспечения доступа обучающихся к электронным библиотекам. Таким образом, наряду с традиционными формами обучения повсеместно происходит их смешение электронными формами. При выборе наиболее подходящей системы обучения необходимо взвешивать преимущества каждого метода, связанные с ним расходы и требуемые ресурсы. Статистические методы анализа позволяют оценить преимущества применяемых методик в образовательном процессе, проследить взаимосвязи между условиями, качеством и эффективностью обучения. С этой целью в исследовании рассмотрены основные показатели непараметрических методов исследования, определены основные условия их применения, обоснованы преимущества данного метода. Показан алгоритм, которым должен руководствоваться исследователь при выборе непараметрических критериев. В исследовании приведены конкретные практические примеры использования статистического инструментария с применением «IBM SPSS» в анализе эффективности использования различных форм и методов обучения, в частности с применением IT-технологий.

Педагогические явления представляют собой результат одновременного воздействия большого числа причин. В связи с этим, при изучении этих явлений необходимо выявлять основные причины. С

этой целью в исследовании показано применение методики многомерного статистического анализа в практике педагогических явлений. Рассмотрены критерии отбора факторов для исследования, определены проблемы, которые могут возникнуть в ходе их отбора, требования к построению моделей, оценка параметров регрессионного уравнения и проверка адекватности модели. В качестве примера использования корреляционно-регрессионного анализа исследована взаимосвязь показателей развития высшего образования одного из регионов Российской Федерации за период с 1997-2014 гг. Важной задачей статистического исследования на этапе качественного анализа является выделение однородных групп. В этой связи в исследовании продемонстрированы метод главных компонент как один из методов снижения размерности исходных данных путем определения небольшого числа линейных комбинаций исходных признаков, объясняющих большую часть дисперсии, дающий однозначное решение. В исследовании показано применение метода главных компонент для анализа массива Центральной базы данных государственной аккредитации высших учебных заведений с использованием пакета прикладных программ «IBM SPSS». В ходе анализа, доказано, что использование многомерных методов статистического анализа позволяют строить модели, наиболее адекватно отражающие реальные педагогические явления и процессы.

Современный этап развития системы образования требует разработки эффективных педагогических прогнозов на основе научно-обоснованной методологии прогнозирования. В этой связи изучение теоретических аспектов прогнозирования в педагогике представляется несомненно важной и актуальной проблемой, в рамках решения которой разработка методологии статистического анализа и прогнозирования показателей является существенной для понимания основных направлений и тенденции развития педагогического знания. Анализ педагогических исследований показывает, что проблемы использования методов и приемов прогнозирования в педагогической деятельности изучены ещё недостаточно. Статистическое прогнозирование наряду с другими видами прогнозирования педагогических явлений и процессов является инструментом управления и развития. В исследовании подробно рассмотрены различные взгляды ученых на понимание прогностики, прогнозирования и его роли в расширении педагогического знания. В результате под педагогическим прогнозированием следует понимать формирование стратегии развития образовательного учреждения в соответствии с изменениями на рынке труда, определение потребности



общества в специалистах, обучение и повышение их квалификации с целью подготовки компетентных, востребованных обществом профессионалов и дальнейшего развития личности с учетом индивидуальных особенностей обучения. Прогнозирование в педагогике взаимосвязано с потребностями общества в компетентных специалистах и стремлением личности к развитию. Далее в исследовании определены категории объекта и предмета педагогического прогнозирования. Рассмотрены классификации прогнозов в педагогике, определены требования к выбору методов прогнозирования, изложены основные этапы разработки статистических прогнозов. Особое внимание в исследовании отведено методам экстраполяции трендовых моделей, которые широко используются при формировании образовательных программ, учебных планов, при составлении профессиограмм, квалификационных характеристик. В исследовании изложены основные предпосылки применения метода прогнозирования на основе экстраполяции тренда, рассмотрены различные виды трендовых моделей, изучены проблемы выбора формы трендовой модели и критерии их отбора. Важным аспектом явилось изучение точности полученных прогнозных оценок. Применение методики прогнозирования на основе экстраполяции трендовых моделей продемонстрировано на примере показателей использования on-line-технологий в образовательном процессе одного из филиалов вуза.

Таким образом, можно заключить, что, применение статистических методов в анализе педагогических явлений позволит качественно изменить методы и организационные формы обучения, будет способствовать более эффективной оценке системы образования в целом.

1. Указ Президента РФ от 1 июня 2012 г. № 761 «О Национальной стратегии действий в интересах детей на 2012 - 2017 годы»
2. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «Об образовании в Российской Федерации»
3. Аванесов В.С. История педагогической теории измерений// Педагогические измерения, №3, 2012
4. Аванесов В.С. Item Response Theory: Основные понятия и положения. Педагогические Измерения № 2, 2007
5. Аванесов В.С. Истоки и основные понятия математической теории педагогических измерений (Item Response Theory). Педагогические Измерения № 3, 2007
6. Аванесов В.С. История педагогической теории измерений// Образовательные технологии. № 4, 2012. - С. 28-38
7. Аванесов В.С. Применение тестовых форм в Rasch Measurement. Педагогические Измерения № 4, 2005
8. Аванесов В.С. Проблема объективности педагогических измерений // Педагогические измерения. № 3, 2008. - С. 3-40
9. Актуальные проблемы реализации Конвенции ООН о правах ребенка в Российской Федерации. Доклад Ассоциации уполномоченных по правам ребенка в субъектах РФ. М.: Институт семьи и воспитания, 2011. РАО
10. Александров Г.И. Вопросы эффективности педагогических исследований. Проблемы повышения эффективности педагогических исследований и реализации достижений науки в процессе обучения и воспитания: V сессия семинара. М., 1977
11. Алексейчук А.С. Принципы разработки телекоммуникационных образовательных систем на базе веб-конференций // Информационные и телекоммуникационные технологии. 2012. № 14. С. 31-36.
12. Андреев А.А., Трайнев И.В. Методические и практические основы конструирования информационных образовательных проектов на примере электронных лекций и электронных семинаров.// Информационное общество, 2012 вып. 5, С.25-37
13. Бабанский Ю.К. Проблемы повышения эффективности педагогических исследований: (Дидактический аспект). - М.: Педагогика, 1982.
14. Бодрова Т. Ю. Основы методологии педагогического тестирования и показатели его качества // Педагогика: традиции и иннова-

ции: материалы II междунар. науч. конф. — Челябинск: Два комсомольца, 2012. — С. 194-199.

15. Болдырев Н.И. Методика воспитательной работы в школе: Учеб. пособие для студентов пед. ин-тов. — М.: Просвещение, 1974.

16. Будрейка Н.Н. Непараметрические методы исследования в психологии. / Журнал Психологическая наука и образование, 2007, № 1, С.40-48

17. Венсель В.В. Интегральная регрессия и корреляция. Статистическое моделирование рядов динамики. — М.: Финансы и статистика, 1983. — 158 с.

18. Вербицкий А.А., Пучкова Е.Б. Возможности теста как средства диагностики качества образования: мифы и реальность // Высшее образование в России № 6, 2013. — С. 33-44.

19. Владимирова Л.П. Прогнозирование и планирование в условиях рынка: учеб. пособие для вузов / Л.П. Владимирова. — М.: Дашков и К, 2005. — 339 с., с. 36.

20. Волянюк, Д.С., Мустафин, Р.Г. Применение современных информационных технологий в образовании // Международный журнал экспериментального образования. 2011. № 10. С. 13-16.

21. Вульф Скотт. Человеческое развитие в зеркале статистики. Как читать цифры? UNDP, Братислава, 2006

22. Гвишиани Д.М., Лисичкин В.А. Прогностика. — М.: Знание, 1968. — 421 с.

23. Гершунский Б.С. Образовательно-педагогическая прогностика: Теория, методология, практика. — М.: Флинта, Наука, 2003. — 768 с.

24. Грехнев, В.С. Информационное общество и образование // Вестник Московского университета. Серия 7. Философия. № 6. 2006. С. 88-106.

25. Данилов М.А. Основные проблемы методологии и методики педагогических исследований. Советская педагогика. 1969, № 5

26. Джужа, Н.Ф. Применение методов непараметрической статистики в психолого-педагогических исследованиях // Вопросы психологии, 1987. №

27. Ермаков М.Е. Выборочный метод в современных научно-педагогических исследованиях. Диссертация на соискание ученой степени к.п.н. Ростов на Дону. 2004. -225 с.

28. Звонников В. И. Измерения и качество образования. — М.: Логос, 2006. — 313 с.

29. Кадневский В.М. История тестов: монография. – М.: Народное образование, 2004. – 464 с.
30. Ким В.С. Развивающая функция тестовых заданий // Педагогические измерения. № 1, 2007. – С.77-84.
31. Ключкова, Е.Н. Методологические подходы к оценке использования информационно-телекоммуникационных технологий в образовательном процессе. Научно-практический журнал «Открытое образование». – Москва: ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2016. № 1(114) -С.21-27
32. Коджаспирова Г.М., Коджаспиров А.Ю. Педагогический словарь. М.: Академия, 2005
33. Коротков А.В. Маркетинговые исследования: учебник для бакалавров. – 3-е изд., переработ. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2014. – 595 с. – Серия: Бакалавр. Базовый курс
34. Кузьмина Н.В. Очерки психологии труда учителя: Психологическая структура деятельности учителя и формирование его личности. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1967. – 182 с.
35. Кучмаева О.В, Петрякова О.Л., Дементьева И.Ф., Сабитова Г.В., А.Б.Синельников. Проблема доступности среднего образования для несовершеннолетних лиц с ограниченными возможностями здоровья в г. Москве// ФГНУ ИСВ РАО, 2012
36. Малхотра, Нзреш К. Маркетинговые исследования. Практическое руководство, 4-е издание.: Пер. с англ. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2007. – 1200с.
37. Методология формирования системы статистических показателей оценки эффективности использования ИКТ в образовании [Текст]/Е.С.Дарда, Е.Н.Ключкова, В.Г.Минашкин, Л.Г.Моисейкина,Н.А. Садовникова, Р.А.Шмойлова: монография.- Москва: МЭСИ, 2014.-237 с.
38. Мудрик А.В. Воспитание в системе образования: характеристика понятия. // Воспитать человека: Сборник нормативно-правовых, научно-методических, организационно-практических материалов по проблеме воспитания / под ред. В.А.Березиной, О.И.Волжиной, И.А.Зимней. – М.: Вента-Графф, 2002.
39. Новиков Д.А. Статистические методы в педагогических исследованиях.-М.: МЗ-Пресс, 2004.-67 с.
40. Овчарова Л.Н, Попова Д.О. Детская бедность в России. Тревожные тенденции и выбор стратегических действий. М., ЮНИСЕФ, 2005

41. Огородников И.Т. О повышении идейного и теоретического уровня учебных и научных работ по педагогическим наукам. М., 1947
42. Орлов, А. И. Теория измерений и педагогическая диагностика // Педагогические измерения. №1, 2004 - С.22-33
43. Осипова Л.Я. Философско-педагогические основы прогнозирования социальной эффективности образования: автореф. дисс. ... д-ра. пед. наук: 13.00.01 / Л.Я. Осипова. – Ульяновск, 2009. – 50 с.
44. Патругин Ю.А. Об изменении качественных признаков. Моделирование социальных процессов. М.: Наука, 1970
45. Педагогическое прогнозирование : научно-методическое пособие / Под общ. ред. Л.Е. Никитиной. – М.: НОУ ВПО Московский психолого-социальный институт, 2009. – 288 с., с.21.
46. Пересецкий А.А., Давтян М.А. Эффективность ЕГЭ и олимпиад как инструмента отбора абитуриентов//Прикладная экономика, 2011, №3
47. Петрова, Е.В. Петрова Информационная компетентность в образовании как залог успешной адаптации человека в информационном обществе.// Информационное общество, 2012 вып. 2, с. 37-43
48. Полонский В.М. Оценка качества научно-педагогических исследований. М.: Педагогика, 1987.-144 с.
49. Принципы и рекомендации в отношении переписей населения и жилого фонда. 1-ое пересмотренное изд. Нью-Йорк, 1999, XIV
50. Прогнозирование в образовании: теория и практика / Под ред. Б.С. Гершунского. – М. : ИТП и МНО РАО, 1993. – 203 с.
51. Психолого-педагогический словарь для учителей и руководителей общеобразовательных учреждений / под ред. П.И.Пидкасистого. – Ростов н/Д.: изд. «Феникс», 1998.
52. Пылев В.А. Социально-педагогическое прогнозирование в управлении региональной образовательной системой: дис.... канд. пед. наук: 13.00.01. – Самара, 2009. – 193 с.
53. Регуш Л.А. Психология прогнозирования: успехи в познании будущего.– СПб.: Речь, 2003. – 52 с.
54. Рейхман У. Дж. Применение статистики. М.: Статистика, 1969.
55. Рождественский А.В. Прогнозирование в области образования как научно-педагогическая проблема: дис.... канд. пед. наук: 13.00.01. – М., 2005. – 149 с.
56. Розенберг Н.М. Проблема измерений в дидактике. Киев: Вища школа, 1979

57. Рябова, Е.Н. Российское образование в контексте теорий информационного общества // В мире научных открытий. 2010. № 1 (07). Часть 3. С. 73-76.
58. Садовникова Н.А., Дарда Е.С. Прикладные аспекты внедрения ММОС в учебный процесс МЭСИ. Международная конференция ICDE «Открытое, дистанционное, электронное обучение: мир без границ». Сборник докладов. М., МЭСИ, 2014.
59. Садовникова Н.А., Рязанова А.А. Маркетинговый анализ конкурентоспособности образовательных услуг вузов: статистические методы прикладных исследований. Монография. Ярославль, Изд-во «Канцлер», 2014.
60. Садовникова Н.А., Шмойлова Р.А. Анализ временных рядов и прогнозирование: учебник. – М.: Московский финансово-промышленный университет «Синергия», 2016. – 152 с.
61. Сигел Э. Практическая бизнес-статистика. – М.: Издат.дом «Вильямс», 2002. – 1056 с.
62. Сластенин В., Исаев И., Мищенко А., Шиянов Е. Педагогика: учеб. пособие для студентов педагогических учебных заведений. – 4-е изд. – М.: Школьная Пресса, 2002. – 512 с.
63. Сластенин В.А., Исаев И.Ф. и др. Педагогика: учебное пособие для студентов педагогических учебных заведений. М.: Школа-Пресс, 1997
64. Сластенин В.А., Исаев И.Ф., Шиянов Е.Н. Общая педагогика: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / под ред. В.А.Сластенина: в 2 ч. – М.: Гуманит.изд.центр Владос, 2002. – ч.2.
65. Социальная педагогика. Курс лекций. Под общей редакцией Галагузовой М.А. М.: Гуманитарный издательский центр ВЛАДОС, 2000
66. Социологическая энциклопедия: в 2 т. Т2/национальный общественно-научный фонд/руководитель научного проекта Г.Ю.Семигин; главный редактор В.Н. Иванов. – М.: Мысль, 2003
67. Статистика: учебник для бакалавров/Н.А.Садовникова [и др.]; под ред. В.Г.Минашкина. – М: Издательство Юрайт, 2013. – 448с. – Серия: Бакалавр. Базовый курс.
68. Статистические методы в педагогике и психологии / Дж. Гласс, Дж. Стенли. – М.: Прогресс. 1976. – 495с.
69. Тальзина Н.Ф. Педагогическая психология. – М.: Академия, 1998. – 288 с.
70. Теория статистики: учебник/Р.А.Шмойлова, В.Г.Минашкин, Н.А.Садовникова [и др.]; под ред. Р.А.Шмойловой. – М.: Финансы и статистика, 2008. – 656 с.

71. Теория статистики: Учебное пособие. Ключкова Е.Н., Монсейкина Л.Г. – М., 2009. – 132с.
72. Третьякова Т. В. Педагогические измерения, их роль в оценивании качества образования // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. № 4, том 10, 2013. – С. 116-120.
73. Философская энциклопедия.- Режим доступа: <http://dic.academic.ru>,- 04.06.2012.
74. Хили Дж. Статистика. Социологические и маркетинговые исследования. - К.: ООО "ДиаСофтЮП"; СПб.: Питер, 2005. - 638 с.
75. Холлендер, М., Вульф Д.А. Непараметрические методы статистики. М., 1983.
76. Четвериков Н.С. Сглаживание динамических рядов. Ученые записки по статистике. Т.XXII-XXIII М., 1973. - 106 с.
77. Шмойлова, Р.А., Ключкова, Е.Н. Использование новых технологий обучения в условиях развития информационного общества. Тезисы конференции Международной научно-практической конференции «Экономика, государство и общество в XXI веке» в рамках Юбилейных X Румянцевских чтений. М: РГТУ, апрель 2012
78. Аванесов В.С. Из глубины веков. Управление школой. 1999, №12. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://testolog.narod.ru>
79. Большой энциклопедический словарь. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://dic.academic.ru>
80. Дембицкий С. Виды статистических методов: описательная статистика Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.soc-research.info/quantitative/6.html#sthash.1Uk9pE9z.dpuf>
81. Единая межведомственная информационно-статистическая система - Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.fedstat.ru/indicators/start.do>.
82. Исследование ВЦИОМ «ЕГЭ глазами школьников, родителей и учителей». Электронный ресурс. Режим доступа: [http://wciom.ru/database/open\\_projects/edinyiy\\_gosudarstvennyiy\\_ekzamen/](http://wciom.ru/database/open_projects/edinyiy_gosudarstvennyiy_ekzamen/)
83. Матвиевская Е.Г. Педагогические измерения. Опыт и проблемы исследования. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://credonew.ru/content/view/769/33>
84. Методика использования балльно-рейтинговой системы оценивания знаний студентов. [Электронный ресурс]. – М.: издательство МЭСИ. - 2008
85. Методические рекомендации по развитию участия детей в принятии решений, затрагивающих их интересы в муниципальных об-

разованиях. М.: Фонд поддержки детей, находящихся в трудной жизненной ситуации, 2014 - Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.fond-detyam.ru/upload/iblock/c8c/> Методические рекомендации по развитию участия детей в принятии решений, затрагивающих их интересы в муниципальных образованиях.pdf

86. Официальный сайт Росстата - Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.gks.ru/>

87. Положение о рейтинговой системе оценки успеваемости и качества знаний студентов в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова» [Электронный ресурс]. - 2015

88. Предмет и методы педагогического исследования дошкольной педагогики. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.nado5.ru/biblioteka/predmet-i-metodi-pedagogicheskogo-issledovania>

89. Психология и педагогика: педагогический контроль и оценка качества образования – Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.ido.rudn.ru/ffec/psych/ps17.html>

90. Сайт научно-методической поддержки слушателей курсов В.С. Аванесова Электронный ресурс. Режим доступа: <http://testolog.narod.ru>

91. DuBois P.H. A History of psychological testing. Allyn and Bacon, 1970

92. Maranell, G.M. Introduction. Pp. xi-xix. In G.M. Maranell (Ed.) Scaling: A source book for behavioral scientists. Chicago: Aldine. 1974

93. Stroud J.B. Psychology in Education. N.-Y., Longman, Green & Co., 1981.-664p.

94. Kramvar, S.D., Haveliwala, T.H., Mannig, Ch., Golub, G.H. Extrapolation Methods // <http://www.slideshare.net/jlarevalo/extrapolation>

95. Seja F. Prognosemethoden // [www.stendal.hs-magdeburg.de/](http://www.stendal.hs-magdeburg.de/)

96. Sidi, A. Practical Extrapolation Methods: Theory and Applications Cambridge University Press, Cambridge mono-graphs on applied and computational mathematics. – 10. – 2003. – 519 p.