

Монография

**Т.Е. Старцева, Н.П. Асташева, Т.Н. Антипова, О.А. Воейко,
В.Г. Исаев, В.В. Гончаров, Е.А. Жидкова**

**УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ
В СОВРЕМЕННОЙ ИННОВАЦИОННОЙ
СРЕДЕ**

**Королёв
2018**

УДК 001.895(075)

ББК 65.290-2я73

У67

Авторы:

Старцева Татьяна Евгеньевна – ректор ГБОУ ВО МО «Технологический университет», председатель Ученого совета, д.п.н., профессор;

Асташева Надежда Павловна – д.б.н., профессор, профессор кафедры УКС ГБОУ ВО МО «Технологический университет»;

Антипова Татьяна Николаевна – д.т.н., доцент, профессор кафедры УКС ГБОУ ВО МО «Технологический университет»;

Воейко Ольга Александровна – к.т.н., доцент, доцент кафедры УКС ГБОУ ВО МО «Технологический университет»;

Исаев Владимир Геннадьевич – к.т.н., доцент, заведующий кафедрой УКС ГБОУ ВО МО «Технологический университет»;

Гончаров Владимир Владимирович – д.т.н., начальник комплекса-заместитель начальника научно-технического центра по научной работе «Научно-исследовательского института космических систем имени А.А. Максимова-филиал Федерального государственного унитарного предприятия «Государственный космический научно-производственный центр имени М.В. Хруничева»;

Жидкова Екатерина Андреевна – старший преподаватель кафедры УКС ГБОУ ВО МО «Технологический университет»

Рецензенты:

Эртман Леонид Викторович – начальник научно-технического центра «НИИ космических систем имени А.А. Максимова» - филиала АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева», к.т.н., старший научный сотрудник;

Богданов Геннадий Петрович – заведующий кафедрой «Метрологическое обеспечение качества продукции» на территории ФГКУ «Главный научный метрологический центр» Минобороны России», д.т.н., старший научный сотрудник

Торицын Игорь Валериевич – Главный научный сотрудник, к.т.н., снс, Открытое акционерное общество «Научно-исследовательский институт «Венчурных технологий»

Управление качеством в современной инновационной среде:

У67 монография / Под ред. Т.Е. Старцевой. Сост. Н.П. Асташева, Т.Н. Антипова, О.А. Воейко, В.Г. Исаев, В.В. Гончаров, Е.А. Жидкова. – М.: Научный консультант. – 2018. – 338 с.

ISBN 978-5-907084-05-6

Монография представляет собой научное исследование одной из самых актуальных для рыночной экономики России проблем, а именно – управление качеством в современной инновационной среде.

Монография представляет интерес для научных работников, аспирантов, преподавателей и студентов вузов, изучающих проблемы менеджмента, а также специалистов, участвующих в формировании системы развития промышленности.

УДК 001.895(075)

ББК 65.290-2я73

ISBN 978-5-907084-05-6

© Коллектив авторов, 2018

© Оформление. Издательство

«Научный консультант», 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
ГЛАВА 1. КРАТКИЙ ОБЗОР И ПОЯСНЕНИЯ ТЕРМИНОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В МОНОГРАФИИ.....	9
ГЛАВА 2. ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ НАУЧНЫХ ШКОЛ ПО УПРАВЛЕНИЮ КАЧЕСТВОМ И ИННОВАЦИЯМИ.....	27
2.1. Краткий обзор истории учения о качестве.....	27
2.1.1. Этапы эволюции организации работ в области качества.....	27
2.1.2. Фазы эволюционного развития научных подходов к управлению качеством.....	30
2.2. Исторический опыт применения и развития систем менеджмента качества.....	38
2.2.1. Развитие систем управления качеством в России.....	38
2.2.2. Американская школа управления качеством.....	51
2.3. Японская школа управления качеством.....	55
2.4. Философия всеобщего управления качеством.....	63
2.5. Принципы построения систем менеджмента качества.....	65
ГЛАВА 3. УПРАВЛЕНИЕ ИННОВАЦИЯМИ (ИННОВАЦИОННЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ).....	72
3.1. Методология QFD (Quality Function Deployment).....	72
3.2. Анализ вида и последствий отказов. FMEA–анализ.....	76
ГЛАВА 4. ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕОРИИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА И ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБ- НОСТИ ПРОДУКЦИИ.....	83
ГЛАВА 5. ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН.....	112
5.1. Методология обеспечения и оценки качества обработки поверхности деталей машин.....	112
5.2. Связь эксплуатационных показателей деталей машин с условиями их работы.....	113
5.3. Связь эксплуатационных показателей с параметрами качества поверхностных слоев деталей.....	116
5.4. Связь параметров качества поверхностных слоев деталей с технологическими факторами.....	123

5.5. Особенности современного методологического подхода к технологическому обеспечению качества поверхности деталей машин.....	125
5.6. Оценка влияния технологических факторов на параметры качества деталей машин.....	128
5.6.1. Выбор режимов шлифования деталей машин.....	128
5.6.2. Оценка влияния радиуса округления режущей кромки пластин на их стойкость.....	131
5.6.3. Оценка влияния технологической наследственности на формирование качества поверхностного слоя.....	135
5.7. Регрессионный анализ в исследованиях качества поверхности.....	139
5.7.1. Многофакторный регрессионный анализ.....	142
5.7.2. Полный и дробный факторные эксперименты.....	143
ГЛАВА 6. ИННОВАЦИОННЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ В УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ.....	156
6.1. Содержание и процедуры оценки качества образования.....	157
6.2. Диагностика качества образования.....	159
6.2.1. Системно - комплексная диагностика.....	160
6.3. Интегральные критерии оценки качества управления образованием.....	161
6.4. Анализ существующих методов оценки знаний обучающихся.....	166
6.5. Технология контроля качества усвоения обучающимися учебного (или изучаемого) материала.....	172
6.6. Формирование требований к методике создания тестирования.....	181
6.7. Разработка методики отбора содержания тестового материала.....	184
6.8. Методика формирования тестовых заданий.....	185
6.9. Разработка модели объективной оценки знаний.....	189
6.10. Инновационный подход оценки уровня усвоения изучаемого материала, реализуемый на основе методологии принятия статистических решений.....	191
6.11. Математическая модель тестирования обучающихся.....	193
6.12. Инновационные обучающие тесты.....	195
6.13. Понятие эффективности теста.....	205
ГЛАВА 7. УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	207

7.1. Нормативы качества окружающей среды.....	214
7.2. Нормативы допустимого воздействия на окружающую среду.....	230
7.3. Инструменты управления качеством окружающей среды...	236
Глава 8. ИННОВАЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЮ ФАЛЬСИФИЦИРОВАННОЙ И КОНТРАФАКТНОЙ ПРОДУКЦИИ.....	255
ГЛАВА 9. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИИ.....	266
9.1. Цель создания системы управления охраной труда.....	267
9.2. Предварительный анализ состояния охраны труда на предприятии.....	269
9.3. Разработка и реализация системы управления охраной труда.....	272
9.4. Документация системы управления охраной труда.....	276
9.5. Участие работников в управлении охраной труда.....	279
9.6. Подготовка и обучение работников предприятия безопасным методам и приемам выполнения работ.....	282
9.7. Профилактические мероприятия по охране труда.....	288
9.8. Оценка эффективности системы управления охраной труда.....	292
9.9. Качественный и количественный анализ опасности.....	294
9.10. Анализ руководством организации эффективности системы управления охраной труда.....	301
ГЛАВА 10. ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ АСФАЛЬТОБЕТОНА ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ.....	305
10.1. Формирование структуры асфальтобетона под воздействием технологических и эксплуатационных факторов.....	305
10.2. Изменение физико-механических свойств асфальтобетона под действием природно-климатических факторов в присутствии химически агрессивных растворов.....	311
10.3. Влияние попеременного замораживания и оттаивания в агрессивных растворах на изменение физико-механических свойств асфальтобетона.....	314

10.4. Динамика изменения поверхностной прочности асфальтобетонных образцов в растворах противогололедных реагентов.....	317
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ И РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	323

ВВЕДЕНИЕ

В двадцатом столетии в результате бурного развития науки и техники в мире получило широкое распространение такое понятие, как «Научно-техническая революция». Творцами подобного вида революции были ученые, конструкторы, инженеры, высококвалифицированные рабочие, руководители научно-исследовательских и производственных учреждений и управляющие отдельных процессов. Круг всех этих лиц объединяло то, что в какой бы сфере они не работали, важнейшей задачей для них было достижение поставленных целей. Их труд, главным образом, оценивался по степени достигнутого результата. В этот период широко используются такие термины, как «эффективность» и «качество».

В современной России при переходе к новой экономической формации прежние цели и задачи человеческой деятельности стали несколько девальвироваться, отходить на второй план. В практику оценки деятельности человека (его бизнеса) на передний план выдвигается «доход» и «прибыль», которые, как правило, характеризуют деятельность организации в целом и в меньшей степени отражают результативность ее процессов. Поэтому все чаще находят употребление понятия «менеджмент», «менеджер», «инновация», «управление инновациями», «инновационный менеджмент», которые отражают, в основном сферу деятельности и в некоторой степени затушевывают сами результаты деятельности, т.к. ее успешность или не успешность зависит только от величины получаемого дохода вне зависимости от достигнутого результата. Постепенно происходит переоценка - государство и каждый его индивидуум отдадут предпочтение и приоритет тем отраслям промышленности и сферам деятельности, в которых можно получить наиболее высокий финансовый успех. Зачастую высокий доход может быть получен вне зависимости от степени научной обоснованности принимаемых решений, от качества управления и прогнозирования перспектив развития отрасли и конкретного бизнеса. Модным и доходным становится нефтяной бизнес, сферы деятельности государственных чиновников и менеджеров государственных структур.

В то же время, опыт экономически развитых, передовых и быстро развивающихся стран показывает, что стабильное, не

зависимое и устойчивое развитие государства, повышение его экономического потенциала, создание собственных технологий, обеспечение конкурентоспособности может быть достигнуто, если выполняются два основных условия принятия решений:

1) все управленческие решения принимаются на основе критериев **КАЧЕСТВА**;

2) на любой стадии жизненного цикла продукции должен осуществляться **ИННОВАЦИОННЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ**.

В данной монографии авторы предприняли попытку объединить и рассмотреть совместно два научных направления – Управление качеством и Управление инновациями. Опыт последних лет показывает, что эти два подхода взаимосвязаны и взаимозависимы: первый из них нацелен на результат, а второй – на уровень затрат при достижении планируемого результата. Поэтому их раздельное рассмотрение научно не корректно. В монографии для подавляющего большинства реальных областей практической деятельности человека на основе конкретных примеров рассмотрены методы решения реальных процессов управления качеством в современной инновационной среде. В современном мире, чтобы добиваться стабильного и устойчивого развития, необходимо внедрять инновационные пути и методы решения поставленных задач, базирующихся на принципах и критериях качества. И решать эти задачи надо на всех стадиях и этапах жизненного цикла продукции – при ее создании, испытаниях, производстве и утилизации.

ГЛАВА 1. КРАТКИЙ ОБЗОР И ПОЯСНЕНИЯ ТЕРМИНОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В МОНОГРАФИИ

Качество - это степень, с которой совокупность собственных характеристик объекта выполняет требования.

Из этого определения следуют следующие важнейшие основополагающие свойства качества.

1. Слово «степень» указывает на то, что качество должно быть *измеримо*. Если предположить обратное, то невозможно будет различать предметы, оценивать и сравнивать между собой процессы, что, к сожалению, у нас часто происходит, например, в области спорта.

С древних времен люди видели, что, несмотря на схожесть отдельных объектов, они все же имеют различия и среди них можно выявить более предпочтительные (качественные). Уже в 17 веке эти идеи довольно четко были сформулированы голландским философом Бенедиктом Спинозой. В частности, он сформулировал следующие научные результаты.

- «Вещи, различимые реально, или имеют различные атрибуты, как мышление и протяжение, или приписываются различным атрибутам, как разум и движение, из которых один относится к мышлению, а другой к протяжению. Вещи, имеющие различные атрибуты, так же как относящиеся к различным атрибутам, не имеют между собой ничего общего».
- «Ни одной существующей субстанции не может быть приписан один и тот же атрибут, который приписывается другой субстанции, или (что то же самое) в природе не может быть двух субстанций, если только они не различаются реально».
- «Чем совершеннее вещь по своей природе, тем большее и более необходимое существование она заключает, и, наоборот, чем более необходимое существование заключает вещь по своей природе, тем она совершеннее».

Мы видим, что постулаты учения Б. Спинозы свидетельствуют о том, что все предметы и явления должны различаться между собой по критерию «качество».

2. Из определения качества следует также, что оно (качество), оценивается и измеряется через совокупность собственных

характеристик. Но как писал один философ: «электрон также неисчерпаем, как и атом», т.е. каждый объект имеет неограниченное число характеристик, которые все сразу невозможно оценить. Поэтому необходимо выработать методологию – позволяющую по ограниченной совокупности собственных характеристик определять качество всего объекта, обладающего неограниченным составом характеристик. Научной основой для решения подобной задачи может быть математическая статистика. По одному из популярных определений, статистика — это наука, позволяющая распространять выводы, сделанные на основе изучения части совокупности (случайной выборки), на всю совокупность (генеральную совокупность). В этом определении заключена сущность выборочного метода и его ведущая роль в статистике, а также и в сфере научной методологии управления качеством.

Математическая статистика, как научное направление теории вероятностей, описывает идеализированные модели массовых явлений и процессов реального мира. Как сложны и многообразны эти процессы, так сложны и разнообразны математические модели, их описывающие. В зависимости от области применения аппарата теории вероятностей и математической статистики используются те или иные математические модели, допускается та или иная строгость их представления, применяются различные методы решения реальных задач. Поэтому наряду с фундаментальными изданиями по теории вероятностей и математической статистики имеется большое число их приложений для различных областей применения, например, для описания различных сфер хозяйственной деятельности. При этом каждая сфера деятельности имеет свою специфику и особенности, а используемые математические модели имеют определенные различия. В частности, документ ИСО/ТО 10017 представляет собой руководящие указания по выбору соответствующих методов, которые могут быть использованы для организации в разработке, внедрении и поддержании системы качества на требуемом уровне. Документ является рекомендательным и не запрещает применять любые другие научно-обоснованные методы. В документе отмечено, что использование предлагаемого перечня статистических методов помогает повышению эффективности системы качества. В библиографии к отчету приведены 56

наименований публикаций ИСО, ИСО/МЭК и МЭК, в которых излагается методология применения предлагаемых статистических методов. Следует отметить, огромное количество рекомендательных и нормативных документов, связанных со статистическими методами, разработано отечественными научными институтами и организациями. В настоящее время по статистическим методам имеется обширная научная литература и пакеты прикладных программ для ЭВМ. Отечественные научные школы по теории вероятностей и математической статистике занимали и занимают ведущие места в мире.

3. И наконец, из определения качества следует, что к нему (к качеству) должны задаваться требования. Кто эти требования задает и кто их может и должен задать?

Очень часто на поставленный вопрос отвечают, что требования по качеству заданы или задаются стандартами. Однако, стандарты – это вчерашний день для требований к вновь создаваемой продукции. Требования, действующих стандартов, обязательны к их выполнению, но этого мало и недостаточно. Если только опираться на действующие стандарты, то можно утратить прогресс в развитии продукции.

Инноватика – наука, изучающая различные теории нововведений.

Если учесть тот факт, что любое нововведение, как результат целенаправленной деятельности человека, должно приносить какой-то положительный эффект, то естественно возникает проблема по обоснованию критерия или нескольких критериев эффективности принятия решений по выбору наилучшего нововведения. Мировой опыт и научные выводы, изложенные в международных стандартах серии ISO 9000, свидетельствуют о том, что прогресс и развитие экономики, базирующиеся на инновационных принципах, должны опираться на критерии КАЧЕСТВА, которые универсальны и применимы к любой сфере деятельности человека.

Следует также отметить, что для современной России инноватика представляет собой направление в инновационном менеджменте, означающее движение от инновации к предпринимательству.

Термин «**инновация**» происходит от латинского слова «**innovato**», что означает обновление или улучшение. В самом

общем плане этот термин и его определение констатируют тот факт, что для повышения конкурентоспособности, стабильности развития и прибыльности организации необходимо постоянно заниматься улучшением качества выпускаемой продукции, обосновывать и выдвигать новые более совершенные требования к характеристикам, «слышать» как осознанный, так еще и не осознанный «голос потребителя». Изобретения, новые явления, виды услуг и внедряемые методы только тогда получают общественное признание, когда будут приняты к распространению (коммерциализации), и уже в новом качестве они выступают как нововведения (инновации).

В настоящее время весьма модными и часто употребляемым становятся термины: «инновация»; «управление инновациями»; «инновационная деятельность». При этом часто отождествляют понятия «новшество», «новация», «нововведение», «инновация», а в научной и учебной литературе встречается различные толкования термина «инновация». Однако в большинстве своем они не противоречат и не взаимоисключают, а взаимодополняют друг друга. Множественность толкований зависит, прежде всего, от цели и направленности результата **инновационной деятельности**. В дальнейшем будем понимать, что инновация — это результат творческой и инвестиционной деятельности, направленной на разработку, изготовление и распространение новых видов товаров, услуг, технологий и организационных форм. Наряду с этим, инновации могут относиться как к технике и технологии, так и к формам организации производства и управления. Все они тесно взаимосвязаны и являются качественными ступенями в развитии производительных сил, повышения эффективности производственной, управленческой и творческой деятельности человека.

Управление – система мероприятий, направленных на эффективное решение конкретной задачи.

В Толковом словаре живого Великорусского языка В. Даля сказано, что **Управлять** – значит править, давая ход, направление; распоряжаться, заведовать, быть хозяином, распорядителем чего-либо. В словаре управление понимается в широком смысле. Это понятие относится как к отдельному процессу, так и к сфере деятельности в целом. В дальнейшем, под влиянием англоязычных

терминов, а также с целью разделения объектов управления, появился новый термин «менеджмент», который характеризует процесс управления организацией. Например, **менеджмент качества** – это скоординированная деятельность по руководству и управлению организацией применительно к качеству. Имеется довольно много факторов, повлиявших на то, что понятие «управление» более широко и обстоятельно рассмотрено в научной литературе. В то же время термины «менеджмент» и «менеджер» часто стали употреблять с дополнительными определяющими словами, которые как бы подчеркивают степень значимости или важности первых. Так, получили распространение такие словосочетания, как «инновационный менеджмент», «топ - менеджер» и др. Однако, если вводится новое расширенное понятие, то необходимо дать не только его определение, но и предъявить требования к нему, по степени реализации которых затем можно было бы судить об их реальном состоянии и качестве. Например, анализ большего числа примеров, иллюстрирующих процесс и результаты создания систем менеджмента качества, отвечающих требованиям стандартов системы ИСО 9000, позволил обосновать следующие требования, которым соответствовать менеджер по качеству:

- для того чтобы творить качество, нужно верить в него как в религию, поклоняться качеству и служить ему;
- не бойтесь усилий на качество, бойтесь «некачества» и связанных с этим потерь;
- качество не бывает случайным, это продукт системы управления всей деятельностью предприятия, устойчивой к множеству возмущающих факторов (внутренних и внешних);
- делайте правильно с первого раза: «стандарт работы - ноль дефектов, а не допустимый уровень качества» (Ф. Кросби), хотя практически это недостижимо, но психология работников и система мотивации должны быть такими, чтобы побуждать к этому;
- предотвращайте, а не исправляйте дефекты;
- реагируйте на каждый случай появления дефекта. Любой обнаруженный дефект на любом этапе жизненного цикла продукции - «большая информационная ценность», механизмы системы качества и вся атмосфера на

предприятию должна стимулировать не сокрытие, а обнародование обнаруженного дефекта, тщательное изучение причин его появления с выработкой эффективных мер по устранению этих причин;

- стремитесь к постоянному улучшению стандарта работы - «отклонение от номинала (даже в пределах допуска) - потери для всех» (Г. Тагути);
- постоянно совершенствуйте систему менеджмента качества (СМК). СМК тем эффективнее, чем больше методов менеджмента качества в ней использовано, чем более обученным этим методам является персонал, чем более интегрирована эта система в общую систему управления предприятием.

Требования к топ - менеджерам (менеджерам высшего звена) начали формулироваться еще задолго до появления самого термина. Уже в сочинении «Государь» великого флорентинца эпохи Возрождения Никколо Макиавелли сформулировано ряд требований, которым должен соответствовать топ – менеджер. Сейчас многие положения автора воспринимаются как сами собой разумеющиеся. Они нашли и находят свое воплощение в действиях современных топ – менеджеров высшей квалификации.

Приведем пример одного из подобных требований Н. Макиавелли, касающихся подбору кадров: «Немалую важность имеет для государя выбор советников, а каковы они будут, хороши или плохи, — зависит от благоразумия государей. Об уме правителя первым делом судят по тому, каких людей он к себе приближает; если это люди преданные и способные, то можно всегда быть уверенным в его мудрости, ибо он сумел распознать их способности и удержать их преданность. Если же они не таковы, то и о государе заключат соответственно, ибо первую оплошность он уже совершил, выбрав плохих помощников».

Еще раз отметим, что **Управление** – это система мероприятий, направленных на эффективное решение конкретной задачи. В общем случае система мероприятий включает в себя комплекс управляющих воздействий, формирующих преобразования исходной продукции в продукцию, отвечающую установленным требованиям. В результате управления процессом преобразования исходной продукции формируется качество продукции на выходе процесса.

Термины, относящиеся к процессам и продукции

Процесс - совокупность взаимосвязанных или взаимодействующих видов деятельности, преобразующая входы в выходы.

Примечания к термину «процесс»

1. Входами к процессу обычно являются выходы других процессов.

2. Процессы в организации, как правило, планируются и осуществляются в управляемых условиях с целью добавления ценности.

3. Процесс, в котором подтверждение **соответствия** конечной продукции затруднено или экономически нецелесообразно, часто относят к «специальному процессу».

Продукция - результат процесса.

Примечания к термину «продукция»

1. Существуют четыре общие категории продукции:

- услуги (например, перевозки);
- программные средства (например, компьютерная программа, словарь);
- технические средства (например, узел двигателя);
- перерабатываемые материалы (например, смазка).

Многие виды продукции содержат элементы, относящиеся к различным общим категориям продукции. Отнесение продукции к услугам, программным, техническим средствам или перерабатываемым материалам зависит от преобладающего элемента. Например, поставляемая продукция - «автомобиль», состоит из технических средств (диски, шины), перерабатываемых материалов (горючее, охлаждающая жидкость), программных средств (программное управление двигателем, инструкция для водителя) и услуг (разъяснения по эксплуатации, даваемые продавцом).

2. Услуга является результатом, по меньшей мере, одного действия, обязательно осуществленного при взаимодействии **поставщика и потребителя**, и, как правило, нематериальна.

Предоставление услуги может включать в себя, например, следующее:

- деятельность, осуществленную на поставленной потребителем материальной продукции (например, ремонт неисправного автомобиля);
- деятельность, осуществленную на поставленной потребителем нематериальной продукции (например, составление заявления о доходах, необходимого для определения размера налога);
- предоставление нематериальной продукции (например, информации в смысле передачи знаний);
- создание благоприятных условий для потребителей (например, в гостиницах и ресторанах).

Программное средство содержит информацию и обычно является нематериальным, может также быть в форме подходов, операций или процедуры.

Техническое средство, как правило, является материальным и его количество выражается исчисляемой характеристикой.

Перерабатываемые материалы обычно являются материальными, и их количество выражается непрерывной характеристикой. Технические средства и перерабатываемые материалы часто называют товарами.

Управляющих воздействий, преобразующих входную продукцию в продукцию, получаемую на выходе процесса, которая удовлетворяет предъявляемым требованиям, может быть достаточно много, но среди них необходимо найти лучшие по тому или иному критерию. Существует множество научных методов, которые рекомендованы и используются в управлении качеством и инновациями. Многие из них заимствованы из системного анализа.

Системный анализ – это научная дисциплина, изучающая проблемы принятия решений в условиях, когда выбор наилучшего варианта требует анализа сложной информации различной природы. Истоки системного анализа, его методических концепций лежат в тех дисциплинах, которые занимаются проблемами принятия решений - теории исследования операций и общей теории управления. В то же время любая корректно поставленная задача системного анализа является стохастической, т.к. в ней всегда присутствуют случайные факторы, часть из которых случайна по своей природе, а другие оказывают случайное воздействие на исследуемый процесс в силу их игнорирования. В настоящее время практически все известные статистические

методы используются в управлении качеством и инновациями. Поэтому для обеспечения требуемого уровня эффективности нужно уметь управлять всеми влияющими факторами, определять возможные варианты реализации качества, научиться прогнозировать качество, оценивать потребность объектов того или иного качества. Для оценки степени реализации подобных требований эффективности используются термины «верификация» и «валидация».

Верификация - подтверждение посредством представления объективных свидетельств того, что **установленные требования** были выполнены.

Валидация - подтверждение посредством представления объективных свидетельств того, что **требования, предназначенные для конкретного использования или применения**, выполнены.

Валидация указывает на более широкую область применения продукции. Например, возможность ее использования в полевых условиях, более высокая продолжительность работы, оказание услуг круглосуточно, способность предотвращать «промахи» операторов и т.п.

Последние из приведенных терминов указывают также на то, что в итоге управления процессом должна быть достигнута намеченная цель, и полученные результаты будут многократно выполняться, если соблюдаются исходные условия и методика управления. К однократно полученным результатам следует подходить критически, их необходимо обосновать, определить область возможного распределения, оценить реализуемый разброс показаний, выявить неблагоприятные факторы и т.д. В последнее время для прогнозирования часто стали применять регрессионные модели, зачастую не проводя анализ исходных данных. Так, решая задачи регрессионного анализа в матричном виде необходимо помнить, что точность вычисления дисперсионной матрицы оказывает существенное влияние на точность конечного результата. Кроме того, любой набор экспериментальных точек в системе координат (X, Y) можно записать в виде уравнения линейной регрессии. Широкое распространение электронных таблиц и программного обеспечения для статистических расчетов ликвидировало вычислительные проблемы, препятствовавшие применению регрессионного анализа. Однако это привело и к тому,

что регрессионный анализ стали применять пользователи, не обладающие достаточной квалификацией и знаниями.

Проиллюстрируем это утверждение рассмотрев ряд примеров, представленных в таблице 1 в виде 4-х наборов статистических данных.

Таблица 1 - Результаты экспериментальных исследований

<i>НАБОР I</i>		<i>НАБОР II</i>		<i>НАБОР III</i>		<i>НАБОР IV</i>	
<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>
10	8,04	10	9,14	10	7,46	8	6,58
14	9,96	14	8,10	14	8,84	8	5,76
5	5,68	5	4,74	5	5,73	8	7,71
8	6,95	8	8,14	8	6,77	8	8,84
9	8,81	9	8,77	9	7,11	8	8,47
12	10,84	12	9,13	12	8,15	8	7,04
4	4,26	4	3,10	4	5,39	8	5,25
7	4,82	7	7,26	7	6,42	19	12,50
11	8,33	11	9,26	11	7,81	8	5,56
13	7,58	13	8,74	13	12,74	8	7,91
6	7,24	6	6,13	6	6,08	8	6,89

Все представленные виды экспериментальных данных, если к ним применить модель линейной регрессии, могут быть записаны одним и тем же уравнением:

$$\tilde{Y}_i = 3 + 0,5X_i.$$

Однако каждый из наборов (I - IV) имеет различные диаграммы разброса (см. рисунок 1 – рисунок 4), свидетельствующие о некорректности полученной математической модели.

Итак, с точки зрения регрессионного анализа все эти наборы данных совершенно идентичны. Если бы анализ был на этом закончен, мы потеряли бы много полезной информации. Диаграммы разброса свидетельствуют о том, что эти данные существенно отличаются друг от друга. Единственный набор, распределенный вдоль прямой линии, - это набор I. Диаграммы разброса являются крайне необходимыми инструментами регрессионного анализа и должны быть его неотъемлемой частью. Без них результаты регрессионного анализа не заслуживают доверия, т.к. некорректно описывают исследуемый процесс.

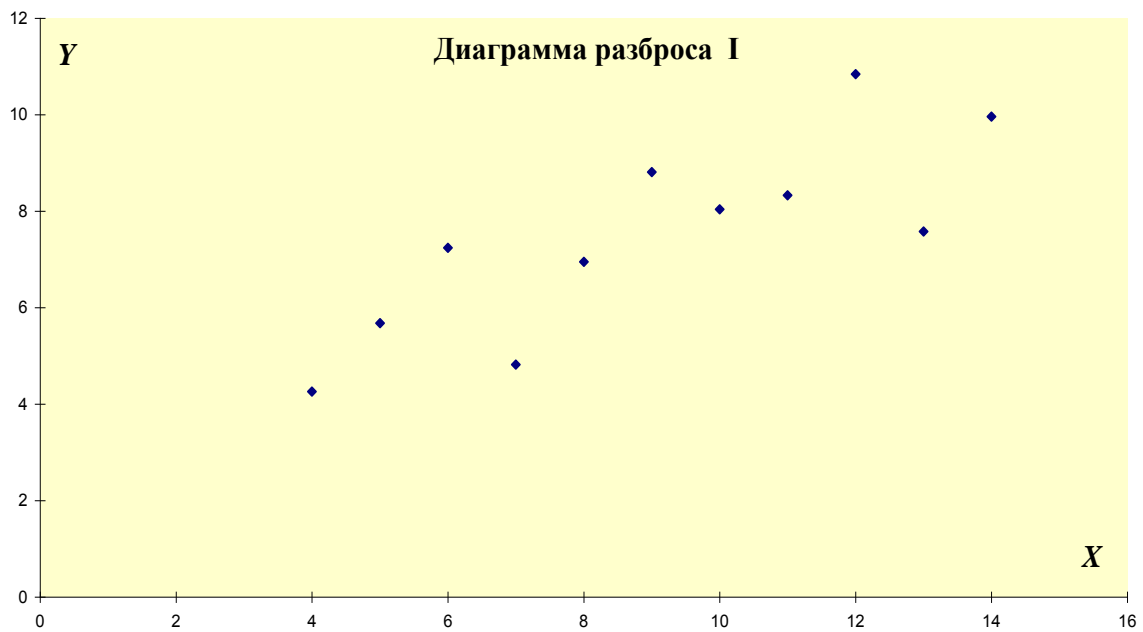


Рисунок 1 - Диаграмма разброса для набора I

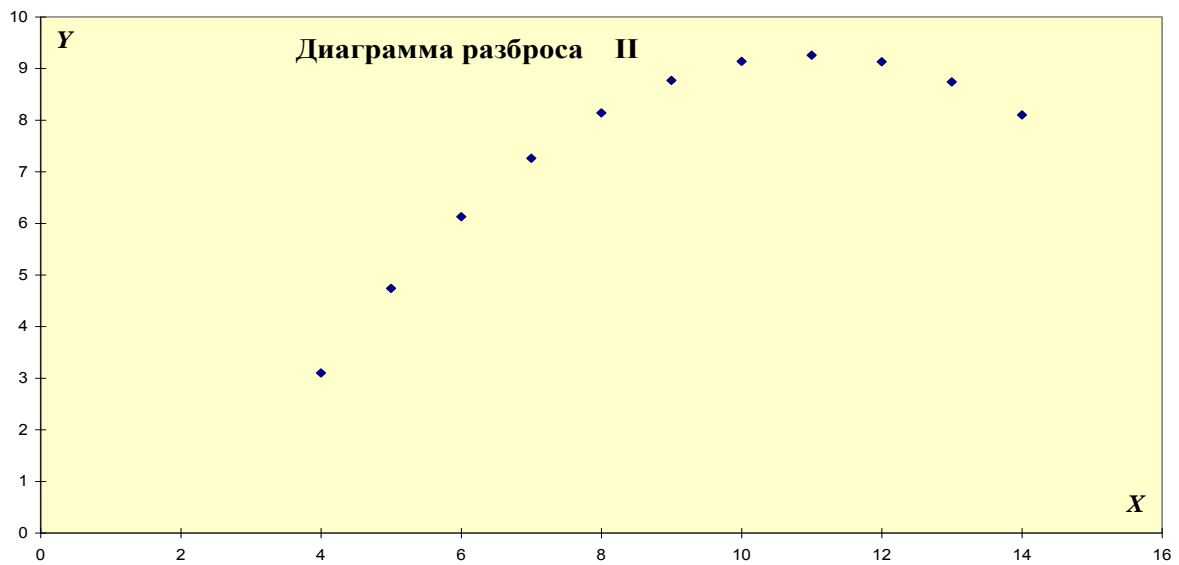


Рисунок 2 - Диаграмма разброса для набора II

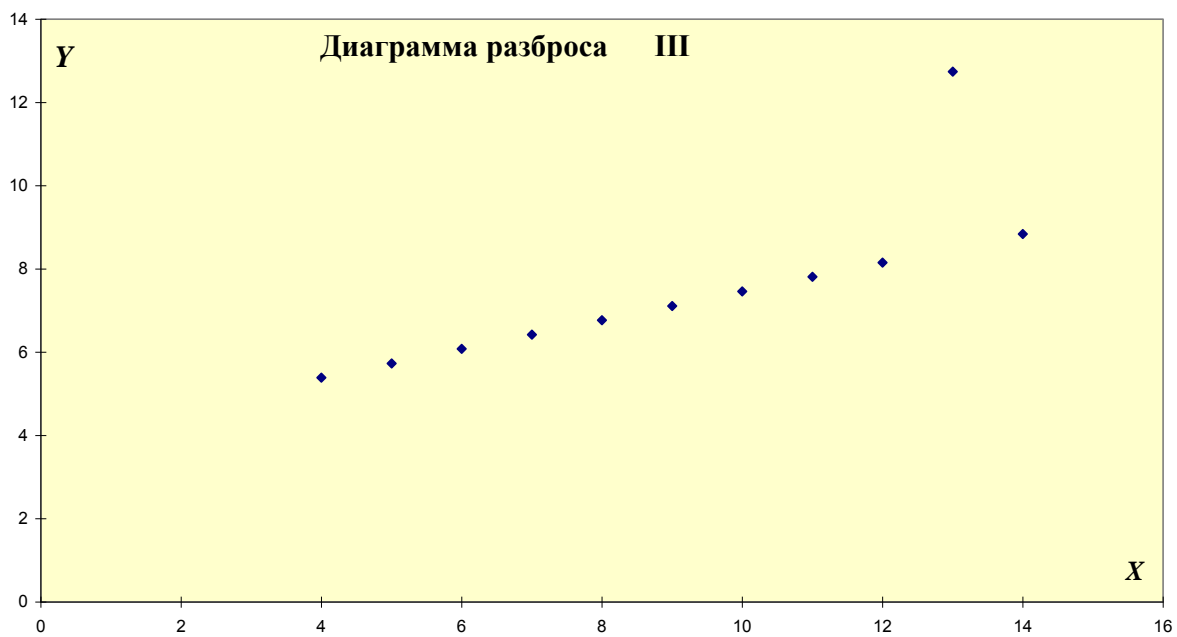


Рисунок 3 - Диаграмма разброса для набора III

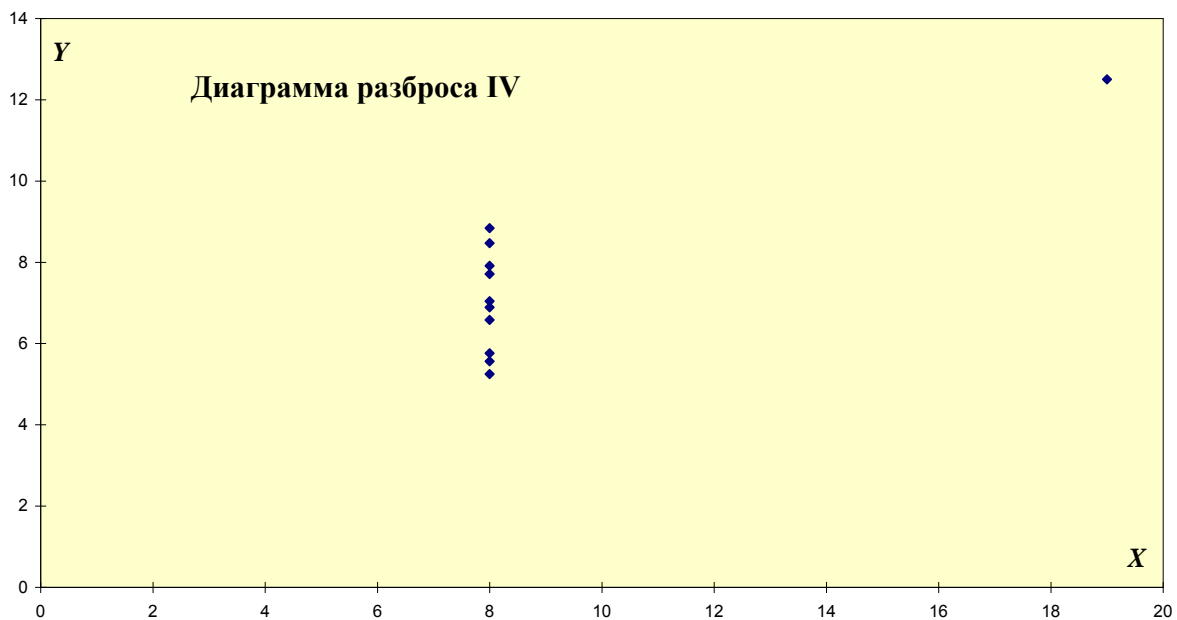


Рисунок 4 - Диаграмма разброса для набора IV

Некорректные решения часто возникают при решении так называемых обратных задач, являющихся частью диагностического процесса, когда по результатам измерений ограниченного числа параметров необходимо установить техническое состояние контролируемого объекта. Сложность подобных задач состоит в том, что различные состояния технического объекта (также как и состояния человеческого организма) могут приводить к очень близким изменениям контролируемых параметров и характеристик. Например, какой диагноз должен поставить врач, если известны следующие симптомы: головная боль и тошнота? Это может быть либо солнечный удар, либо сотрясение мозга, либо алкогольное или пищевое отравление, а также и ряд других известных или еще не известных заболеваний. Корректное решение некорректных задач (прежде всего, обратных), требует дополнительного объема диагностической информации и научно-обоснованных методов ее обработки. Как показывает опыт, для однозначного результата диагноза исследуемого объекта объем исходных данных должен быть достаточно большим, а методы обработки этих данных весьма сложны. Создание компьютерных измерительных систем позволило решить многие актуальные обратные задачи в физике плазмы, астрофизике, геофизике, медицине и др. Главную роль в решении некорректных задач играют разработанные А. Н. Тихоновым методы регуляризации, что считается одним из наиболее ярких достижений современной математики. Появилось новое направление, значительно расширившее возможности применения математических моделей в науке и технике.

Итак, специалист в области управления (менеджер) при принятии решения по результатам анализа имеющейся информации обязан:

провести анализ и оценить достаточность имеющихся данных, позволяющих находить корректные решения;

обосновать и выбрать из множества решений наиболее эффективную методику.

В любой сфере целенаправленной деятельности человека даже для выполнения идентичных практических задач может быть использовано множество вариантов их осуществления. И эффективность решений зависит не только от выбранного метода, но и от окружающей ситуации, поведения партнеров и конкурентов, наличия внутренних ресурсов и многих других

факторов, которые необходимо учитывать. Каждая ситуация, а все они разнятся, требует своего индивидуального **решения**, от которого зависят и время, и затраты, необходимые на достижение поставленной цели. В общем случае, **оптимальные решения** — есть результат обобщения науки и практики, обогащенные интуицией и озарением современных и образованных топ — менеджеров.

Опираясь на богатейший военный опыт человечества, выдающийся английский военный историк Бэзил Лиддел Гарт в своем фундаментальном научном труде «Стратегия непрямых действий» [1] составил настоящую военную энциклопедию стратегии и тактики, которую сам автор характеризовал как «свод непрямых действий». Лиддел Гарт писал: «При более глубоком изучении я начал понимать, что метод непрямых действий имеет значительно большее применение, что он является законом жизни во всех областях, философской истиной. Оказалось, что его применение служит ключом к практическому решению любой проблемы, решающим фактором в которой является человек, когда противоречивые интересы метут привести к конфликту. Во всех таких случаях прямой натиск новых идей вызывает упорное сопротивление, увеличивая, таким образом, трудность изменения взглядов. Изменение взглядов достигается более легко и быстро незаметным проникновением новой идеи или же посредством спора, в котором инстинктивное сопротивление оппонента преодолевается обходным путем». После публикации книги Лиддел Гарта термин «непрямые действия» прочно вошел в лексикон всех, кто изучает стратегическое мышление и использует полученные навыки в работе и повседневной жизни — от военных и политиков до методологов, психологов и специалистов по маркетингу.

Метод непрямых действий, как и в войне, является таким же основным принципом в области менеджмента. Цель состоит в том, чтобы ослабить сопротивление (как внутреннее, так и внешнее) прежде, чем пытаться преодолеть его, и это лучше всего достигается оригинальными, инновационными решениями. Лучшее из лучшего — покорить, армию противника, не сражаясь... Поэтому самая лучшая война — разбить замыслы противника; на следующем месте — разбить его союзы; на следующем месте — разбить его войска. Самое худшее — осадить крепости. Если в сфере производства, технологий или управления попытаемся

выйти в лидеры, соревнуясь с конкурентом, заимствуя ее методы и технологии, ориентируясь только на его образ менеджмента, то неминуемо наступает истощение сил и средств, и как, следствие, внутреннее разложение. В период «холодной войны», СССР стремясь выйти из положения осажденной крепости, в ответ на угрозы США с их стратегической оборонной инициативой, попытался применить асимметричные решения. Однако сил, средств и морального духа уже было недостаточно. История дает достаточно доказательств того, что цивилизованные государства терпят поражение не столько вследствие нападения врагов, сколько от внутреннего разложения и истощения в результате длительной осады, морального разложения и прямого предательства.

Сформулированные автором аксиомы стратегии и тактики военных действий, применительно к современному менеджменту в условиях конкурентной среды, по аналогии с положениями стандартов серии ИСО 9000, можно выразить в виде набора следующих принципов.

1. Выбирайте цель по своим средствам. Первым признаком мудрости менеджера является умение отличить возможное от невозможного. Учитесь смотреть в лицо фактам, не теряя веры в свои силы.

2. Не допускайте истощения уверенности. Затраты будут бесполезными, если управляемый вами персонал, будет морально подавлен.

3. Никогда не забывайте о цели, когда вы корректируете свой план в соответствие с изменившейся обстановкой. Имейте в виду, что вашей цели вы можете достигнуть различными путями, но следите за тем, чтобы достижение каждого промежуточного результата приближал вас к намеченной цели. Плохо отклониться в сторону, но еще хуже оказаться в безвыходном положении.

4. Выбирайте для своих действий такие цели и направления их осуществления, которые по оценке вашего конкурента наименее вероятны. Поставьте себя на место конкурента и решите за него, какое направление он будет считать для себя менее опасным и поэтому не примет соответствующих предупредительных мер.

5. Действуйте по линии наименьших возможных затрат, придерживайтесь такого направления до тех пор,

пока сможете без лишних потерь продвигаться к намеченному результату. Чем больше сил вы затратите напрасно, тем выше риск того, что даже, если вы сейчас реализуете свои планы, вы будете иметь меньше сил, чтобы отстоять собственные интересы в дальнейшем.

6. Выбирайте для решения намеченных задач несколько направлений инновационных решений, с каждым из которых можно получить либо несколько, либо хотя бы один положительный результат, гарантирующий успех вашей деятельности.

7. Обеспечьте гибкость вашего плана с учетом возможных изменений в обстановке. В плане вы должны предусмотреть и разработать дальнейшие мероприятия на случай успеха, неудачи или частичного успеха, что чаще всего бывает во время конкурентной борьбы.

8. Изучайте ошибки и неудачи партнеров и конкурентов и стремитесь не повторять их в своей деятельности.

9. Старайтесь подавить конкурента морально, дезорганизовать его деятельность, не раскрывая свои положительные и отрицательные результаты. Когда две конкурирующие стороны равны по силам и ни одна не может рассчитывать на успех, благоразумие проявит тот топ-менеджер, который использует психологическую сторону стратегии.

Изучая своих партнеров и «соперников» по бизнесу, проводя непрерывный анализ результатов их деятельности, организация должна корректировать свои цели и планы, внося инновационные решения, как в технологию производства, так и в существующие бизнес-процессы. Для успешного функционирования организация должна определять свои преимущества в конкурентной борьбе в настоящее время и в будущем, должна постоянно обновлять технологические и управленческие процессы, расширять ассортимент выпускаемой продукции, совершенствовать ее свойства. Инновации являются реакцией социальной системы на меняющуюся обстановку и условия внешней среды. Инновации - это анализ и управление технологическими процессами вновь создаваемой или модернизируемой продукции, а также воздействие на качественные формы и методы функциональной деятельности

организации. Поэтому формирование нового направления, формы или вида деятельности является инновацией. Однако топ менеджеру следует помнить о ВЫСОКОМ предназначении своей компании, той модели **ВИДЕНИЯ**, которая для нее является **ключевой идеологией**, которая воодушевляет и направляет сотрудников организации и, а они преданы ее целям и ценностям.

Примеры моделей ВИДЕНИЯ

I. Идеологическая природа Merck – прагматический идеализм

«Я хочу... объяснить принципы, по которым наша компания старается существовать...В двух словах: мы стараемся помнить, что медицина существует для пациента. Мы стараемся никогда не забывать о том, что медицина для людей. Она существует не ради прибылей. Прибыли придут, и пока мы помним об этом, мы никогда не окажемся в убытке. Чем лучше мы будем помнить о пациентах, тем выше будут наши прибыли».

Джордж Мерк II, «Ценности и перспективы: столетие Merck»,1950г.

«Прежде всего не будем забывать, что успех нашего дела заключается в победе над болезнями и служении на благо человечества».

П.Рой Вагелос , 1991 г.

II. «Новаторский дух Sony»: 1976 г.

«Sony – компания-первопроходец и всегда старается идти своей дорогой. Прогрессируя, Sony стремится служить человечеству. Она всегда будет исследователем неизвестного... Sony исповедует принцип уважения и поощрения способностей личности... и всегда пытается дать человечеству возможность проявить себя наилучшим образом. В этом состоит жизненная сила Sony».

Акио Морита

«Наша цель – вести рынок за собой посредством новых товаров, а не узнавать у потребителей, чего бы им хотелось... Вместо того, чтобы заниматься исследованиями рынка, мы...доводим до совершенства продукт...и стараемся создать

рынок для него посредством обучения и общения с потребителями».

- Первый магнитофон – 1964 г.
- Первый карманный радиоприемник - 1957 г.
- Первый домашний видеомагнитофон 1964 .
- Плеер – 1979 г.

III. HP: 1990 г.

«Максимизация доходов акционеров всегда находилась в самом низу списка наших задач. Да, прибыль – краеугольный камень всего, что мы делаем, мера нашего вклада и средство самофинансируемого роста, но она никогда не была целью как таковой. Цель в том, чтобы победить, а победа измеряется признанием потребителей и ощущением того, что ты сделал что-то, чем можешь гордиться. В этой логике есть своя симметрия. Если мы приносим удовлетворение потребителям – мы будем прибыльными».

Джон Янг, CEO HP с 1976 по 1992 годы

IV. «Мы будем строить автомобили для великого множества людей... Цена будет настолько низкой, чтобы каждый человек с приличной зарплатой мог себе позволить купить автомобиль и наслаждаться вместе с семьей благословенными часами на великих просторах Божьего мира...Когда я завершу свой путь, любой сможет иметь автомобиль и любой получит его. Лошади исчезнут с дорог, автомобиль будет восприниматься как данность...и большое число людей получат работу и достойный заработок».

Генри Форд, 1907 г.

ГЛАВА 2. ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ НАУЧНЫХ ШКОЛ ПО УПРАВЛЕНИЮ КАЧЕСТВОМ И ИННОВАЦИЯМИ

2.1. Краткий обзор истории учения о качестве

2.1.1. Этапы эволюции организации работ в области качества

Управление качеством как самостоятельная область научной и практической деятельности стала формироваться в начале XX века.

Для того чтобы получить наиболее полное представление о том, каким образом на протяжении многовековой истории развивались и совершенствовались формы и методы деятельности в области качества, необходимы определение и оценка основных этапов эволюции подходов к организации работ по качеству. Попытки систематизации исторического развития подходов к организации работ по качеству предпринималась многими учеными. В современной теории и практике управления качеством выделяют следующие этапы эволюции организации работ в области качества [6].

1. Индивидуальная форма организации работ по качеству.
2. Цеховая форма организации работ по качеству.
3. Индустриальный этап организации работ по качеству.
4. Системная организация работ по качеству.

Необходимо отметить, что на каждом последующем этапе, хотя он и более совершенен по сравнению с предыдущим, не наблюдается полной новизны. Во всех случаях в большей или меньшей степени сохраняется преемственность ранее использовавшихся способов улучшения качества. Сочетание трансформировавшихся элементов предшествующего этапа с элементами нового приводит к образованию системы работ по качеству более высокого уровня.

Первый этап характерен для ремесленного (кустарного) производства, а также для современной индивидуальной трудовой деятельности, когда масштабы производственного процесса не требуют глубокого разделения труда. Его содержание определяется тем, что работник решает самостоятельно все вопросы создания, изготовления и реализации продукции, неся при этом всю ответственность за качество. Работник, как правило, непосредственно взаимодействует с покупателем, поэтому ему

должно быть присуще чувство гордости за мастерское исполнение работы.

Уже в этой начальной форме организации работ по качеству при внимательном рассмотрении можно обнаружить практически все элементы современного процесса управления качеством:

- выявление потребности; определение того, какой должна быть продукция и какими средствами это будет достигнуто;
- установление последовательности и точности выполнения операций по изготовлению задуманной продукции; периодический контроль своей работы;
- внесение корректировок в процесс, чтобы изделие получилось таким, каким его задумал мастер (обратные связи) и т.д.

Второй этап — цеховая форма организации работ по качеству — исторически связан с переходом к мануфактурной организации производства. Для этой формы уже характерно разделение функций и ответственности за качество. Мастер организовывал производство, устанавливал последовательность и содержание производственных операций. Рабочие строго исполняли указания мастера. За мастером закреплялась функция надзора и контроля, он нес общую ответственность, а рабочий отвечал за качество выполнения закрепленной за ним операции.

По мере развития цеховой формы функция контроля стала усиливаться, дифференцироваться, оснащаться специальными техническими средствами и методами. С ростом масштабов производства формируется самостоятельная служба технического контроля, вводятся пооперационный контроль, а также контроль и испытания готовых изделий.

Индустриальный этап развития организации работ по качеству связан с дальнейшим ростом масштабов производства, углублением его концентрации и специализации. Для этого этапа характерно усиление роли и значения таких звеньев производства, как проектирование, испытания, технологическая подготовка производства новых изделий. Вместе с тем названные направления деятельности еще не рассматриваются как звенья единой цепи в общей системе работ по качеству. В то же время на третьем этапе формируется более тесное и четкое взаимодействие всех факторов, влияющих на качество продукции как внутри предприятия, так и

вне него. Усиливаются контакты с поставщиками сырья, материалов и комплектующих изделий. В работу по качеству включается все большее число служб и участников. Однако нередко наблюдались несогласованность, нечеткое взаимодействие между различными службами, что служило причиной многих недоразумений при обеспечении качества, во многих случаях ухудшая его, замедляя темпы создания и освоения новых видов продукции, снижая эффективность работ по качеству. В этот период вопросы качества стали чаще обсуждаться в цехах с рабочими, контролерами, мастерами. Такое положение вещей было характерно для многих стран и большинства отраслей производства.

За рубежом с середины 1960-х гг. под влиянием усиливающейся конкуренции на рынке проблемы качества стали обсуждать не только в производственных подразделениях, но и на заседаниях правлений фирм. Проблема качества попадает в сферу интересов высших звеньев управления, специалистов по менеджменту. Руководство компаний начинает привлекать ученых-аналитиков для поиска способов улучшения качества.

Развитие производства и возрастающая роль качества продукции требовали сделать следующий шаг в развитии форм организации работ в этой области с целью усиления взаимодействия всех заинтересованных подразделений и служб.

Четвертый системный этап организации работ по качеству. С переходом к нему деятельность, направленная на улучшение качества, объективно была преобразована в одну из функций организации и управления производством, что позволило интегрировать эти работы со всеми другими направлениями производственно-хозяйственной деятельности, координируя действие различных факторов, влияющих на качество. Данный этап характеризуется формированием систем качества, как в России, так и за рубежом.

Эволюция форм и методов организации работ по качеству взаимосвязана с изменением научных подходов к управлению им. Формирование ключевых научных подходов к управлению качеством обусловлено расширением степени охвата этапов жизненного цикла продукции (услуг). Введение этого понятия стало одним из фундаментальных достижений в эволюции науки о качестве. Оно породило системный взгляд на все процессы от

возникновения идеи о создании изделия и маркетинговых исследований до его выпуска, послепродажного обслуживания, эксплуатации и утилизации.

2.1.2. Фазы эволюционного развития научных подходов к управлению качеством

При рассмотрении основных этапов становления современной философии качества можно выделить четыре перекрывающиеся и продолжающиеся фазы, которые в полном соответствии с законами диалектики развивались под действием противоречия между внутренними и внешними целями производителя. То есть, противоречия между обеспечением качества выпускаемой продукции и, соответственно, укреплением положения производителя на рынке (внешняя цель) и повышением эффективности производства - увеличением прибыли компании (внутренняя цель). Это противоречие на каждой стадии развития производства, рынка и общества имело свою специфику и по-разному разрешалось.

Вместе с развитием ремесел вошел в практику отдельных мастеров контроль своей собственной работы и наблюдение за работой подмастерьев, не упуская при этом из виду покупателей, тщательно перебирающих изделия, чтобы сделать покупку. Не следует забывать о цеховых организациях средневековых городов, которые, выражаясь современным языком, занимались сертификацией — присуждали звание мастера после серьезных испытаний качества изделия. Каждое изделие было индивидуальным.

В 70-е годы XIX в. в оружейном производстве (заводы Сэмюэля Кольта) родилась идея стандартного качества: изделия собирались не из подогнанных друг к другу деталей, а из случайно выбранных из партии, т. е. взаимозаменяемых деталей. Перед сборкой эти детали проверяли с помощью калибров и негодные отбраковывали. Контроль и отбраковку осуществляли специально обученные контролеры.

Фаза контроля (отбраковки). Вклад в развитие этой фазы внесли американские автомобилестроители — Генри Мартин Леланд (основатель фирмы «Кадиллак») и Генри Форд.

Г. Леланд впервые применил в автомобильном производстве работу по калибрам и придумал пару: «проходной» и «непроходной» калибр.

Генри Форд первым внедрил конвейерную систему поточно-массового производства, причем входной контроль комплектующих на сборке заменил выходным на тех производствах, где эти комплектующие изготавливали, т. е. на сборку стали поступать только годные, качественные изделия. Он также создал отдельную службу технического контроля, независимую от производства.

Научным обобщением и обоснованием опыта, накопленного на этой стадии, стали работы американского ученого, инженера и менеджера Фредерика У. Тейлора, соратника Г. Форда. Именно он предложил концепцию научного менеджмента, включившую системный подход, кадровый менеджмент, идею разделения ответственности между работниками и управленцами в обеспечении качественной и эффективной работы организации, идею научного нормирования труда.

Считается, что современные научные подходы к управлению качеством берут начало в 1905 г. — с появления системы Ф. Тейлора.

Фредериком Тейлором разработаны основные идеи иерархической структуры управления организацией, которые в окончательном виде сформулировали Анри Файоль и Макс Вебер. Можно сказать, что благодаря деятельности Ф. Тейлора была создана концепция организации машинного производства (производственная система Форда—Тейлора), которая в основных чертах просуществовала до настоящего времени и является моделью организации производства большинства современных предприятий. Только в 70-е годы ее сменила другая концепция — производственная система Тойота.

Основу концепции для фазы отбраковки можно сформулировать так: потребитель должен получать только годные изделия; основные усилия должны быть направлены на то, чтобы негодные изделия (брак) были отсечены от потребителя.

Последовательное воплощение в жизнь этой концепции уже в 20-е годы XX в. привело к тому, что численность контролеров в высокотехнологичных отраслях (авиационная, военная промышленность) стала составлять до 20—40% от общей

численности персонала, а иногда и больше. В рамках этой концепции повышение качества всегда сопровождается ростом затрат на его обеспечение, т. е. цели повышения эффективности производства и повышения качества изделий противоречат друг другу (не могут быть достигнуты одновременно).

Главное внимание на первой фазе уделялось контролю готовых изделий. Усилия в области управления качеством были направлены на сортировку готовой продукции, с тем, чтобы к потребителю попадали только годные изделия.

Основным недостатком этой фазы было то, что оценка годности изделия и управляющие воздействия (доработка или утилизация) были связаны не с причинами появления брака, а лишь с их последствиями и осуществлялись тогда, когда производственный процесс был уже завершен.

Основными результатами развития управления качеством на данной фазе явились:

- применение процедур входного, внутрипроизводственного (операционного) и выходного контроля и процедур обращения с бракованной продукцией;
- наличие методик всех видов контроля, учитывающих законодательные требования, требования государственных и отраслевых стандартов и т.д.;
- применение средств контроля, поверенных и калиброванных;
- появление на предприятиях служб контроля качества и персонала, обладающего необходимой квалификацией.

Фаза управления качеством. Эта фаза начинается с 20-х годов XX в. как попытка если не разрешить, то уменьшить противоречие в форме, свойственной предыдущей фазе. Точкой отсчета считаются работы, выполненные в отделе технического контроля фирмы «Вестерн Электрик», США. В мае 1924 г. сотрудник отдела доктор В. Шухарт предложил метод построения диаграмм, в настоящее время известных по всему миру как контрольные карты Шухарта. Статистические методы, предложенные Шухартом, дали в руки управленцев инструмент, который позволил сосредоточить усилия не на том, как обнаружить

и изъять негодные изделия до их отгрузки покупателю, а на том, как увеличить выход годных изделий в технологическом процессе.

Центральным объектом управления качеством становится производственный процесс, выход которого представляет поток измерений параметров качества отдельных изделий (деталей).

Цель — попасть в допуск — заменяется на две новые:

- обеспечить стабильность (устойчивость) процесса;
- непрерывно уменьшать вариации стабильного процесса.

В. Шухарт рассматривал наличие вариаций как естественное проявление свойств процесса. При этом он по существу сформулировал критерий качества процесса: процесс должен быть устойчив (стабилен) в статистическом смысле, т.е. вариации параметров изделий на выходе процесса представляют собой реализацию устойчивого случайного процесса, функция распределения которого остается постоянной во времени.

Согласно концепции В. Шухарта, все вариации обусловлены двумя типами причин: особыми и общими.

Особые причины связаны с нарушением нормального хода процесса и должны выявляться с помощью контрольной карты и устраняться.

Общих причин, определяющих масштаб собственной изменчивости нормально идущего процесса, как правило, много. Вклад каждой из них невелик, однако их суммарное действие может быть весьма существенным.

Уменьшение вариаций, обусловленных общими причинами, обычно связано с действиями менеджеров (иногда достаточно высокого уровня) и сводится к изменению культуры производства.

Дальнейшее развитие статистические методы контроля качества получили в работах известных американских ученых Э. Деминга и Дж. Джурана. Развитие данных методов было связано с осознанием того, что причины брака в большой степени заключаются в изменчивости производственных процессов, поэтому необходимо контролировать не только и не столько качество отдельных изделий, сколько характеристики производственного процесса, стремиться к его стабильности и соответствию требованиям. Статистические методы позволили контролировать производство, а также оптимизировать контроль готовых изделий. С помощью этих методов можно было подвергать

испытаниям не всю партию изделий, а лишь некоторое строго определенное их число, а по результатам испытаний выборки судить о годности всей партии.

На второй фазе – фазе управления качеством методы управления качеством стали охватывать сами производственные процессы, а затем и более ранние стадии, предшествующие процессу производства.

Основными результатами развития управления качеством на данной фазе явились:

- разработка и применение статистических методов управления процессами;
- применение отбраковки всей негодной продукции;
- разработка методов управления процессами, позволяющих увеличить выход годных изделий.

Проблема качества на данном этапе по-прежнему рассматривалась в основном как инженерно-техническая проблема контроля и организации производства, в то время как проблема управления решалась на организационном и социально-психологическом уровне. Появившаяся в 1950—1960-х гг. концепция жизненного цикла изделия дала возможность сформировать рациональную основу обеспечения качества. Пришло осознание того, что качество должно закладываться в изделие на всех этапах жизненного цикла и только это может гарантировать устойчивость всех показателей качества.

Фаза обеспечения качества. Данная фаза эволюции научных подходов к управлению качеством связана с развитием методов обеспечения качества и характеризуется формированием различных систем качества, которые позволили организовать эту деятельность на комплексной основе, начиная от изучения требований потребителей и заканчивая послепродажным обслуживанием. Началом данной фазы принято считать выступление в 1950г. американца У.Э. Деминга перед ведущими японскими промышленниками. Его программа обеспечения качества базировалась на совершенствовании не только производственных процессов, но и системы управления в целом, на непосредственном участии высшего руководства компаний в решении проблем качества, на обучении всех сотрудников основным методам обеспечения качества, на мотивации высококачественного труда сотрудников. В 1950—1960-х гг. стали

уделять большое внимание документированию систем обеспечения качества.

На этой фазе изменился сам характер понимания того, что потребителем воспринимается как гарантии качества продукции и услуги. Сертификация продукции или простое подтверждение соответствия отдельных ее образцов требованиям потребителя перестали восприниматься как гарантия сохранения этих характеристик в отношении всей приобретаемой продукции. Изготовитель, предъявляя потребителю сертификат соответствия на свою продукцию, подтверждает лишь то, что на отдельных образцах, проверенных в ходе процедуры сертификации, он действительно обеспечил соблюдение установленных требований. Другими словами, изготовитель показывает потенциальному покупателю, что данное предприятие в принципе располагает соответствующими возможностями для производства продукции с подтвержденными сертификатом характеристиками.

Для подтверждения способности удовлетворять запросы потребителей стали необходимы другие механизмы, которые были найдены на соответствующем этапе. В настоящее время гарантией возможности изготовителя обеспечить строгое выполнение требований контракта в отношении всего объема закупок продукции стало наличие у него сертифицированной системы качества, отвечающей международно-признанным требованиям.

Это привело к появлению аудита третьей стороны, или сертификации, проводимой организациями, специализирующимися на оценке соответствия систем качества организаций требованиям международных стандартов. Наряду с аудитом третьей стороны существует аудит первой и второй сторон. Аудит первой стороны проводится специализированными отделами в составе предприятия. Он направлен на выявление соответствия действующей системы качества требованиям внутрифирменных стандартов. Многие крупные компании, которые зависят от поставщиков (оборонная, аэрокосмическая промышленность и др.), самостоятельно стали проверять соответствие их систем качества предъявляемым требованиям. Такой аудит называется аудитом второй стороны.

Однако со временем число стандартов разрослось до огромного количества, что создавало трудности для поставщиков, продукция которых должна была соответствовать множеству разных стандартов, имеющих у каждого заказчика. Поэтому были

разработаны единые внешние стандарты обеспечения качества сначала для отдельных отраслей промышленности, а затем и универсальные стандарты, действующие на международном уровне.

Фаза планирования качества. Эта фаза стала зарождаться в середине 60-х годов как развитие идей предыдущей фазы в направлении более полного удовлетворения запросов потребителей, и связана, с одной стороны, с развитием теории надежности изделий, а с другой — с широким внедрением вычислительной техники и САПР в процесс разработки изделий.

Основой концепции фазы планирования качества стали:

- идея, что большая часть дефектов изделий закладывается на стадии разработки из-за недостаточного качества проектных работ;
- перенос центра тяжести работ по созданию изделия с натуральных испытаний опытных образцов или партий на математическое моделирование свойств изделий, а также моделирование процессов их производства, что позволяет обнаружить и устранить конструкторские и технологические дефекты еще до начала стадии производства;
- концепция «удовлетворенного потребителя» вместо концепции «Ноль дефектов»;
- высокое качество, которое предоставляется потребителю за приемлемую и постоянно снижающуюся цену, так как конкуренция на рынках очень высока.

Основные идеи новой фазы высказаны в работах Г. Тагути, в научных разработках компаний «Тойота» и «Мицубиси». Г. Тагути предложил функцию потерь качества, разработал методику планирования промышленных экспериментов.

Сущность фаз эволюционного развития научных подходов к управлению качеством представлена в таблице 1. [11].

В рамках фазы планирования качества удается практически преодолевать противоречие между качеством и эффективностью производства в его существующих формах. Однако появляется новая фаза управления качеством, которая возникает при проявлении новой формы противоречия - потребитель требует, чтобы не только продукция, но и производственный процесс были экологически безопасными, т.е. не наносили ущерба окружающей

среде и человеку. В настоящее время эта фаза только зарождается, и ее концепция еще окончательно не сформировалась.

Таблица 1 - Сущность фаз эволюционного развития научных подходов к управлению качеством

Фаза	Охват стадий жизненного цикла изделия	Содержание этапа
1. Контроль качества (отбраковка)	Охватывает действия, проводимые после изготовления продукции	Включает методы, позволяющие проконтролировать качество изготовленной продукции
2. Управление качеством	Охватывает действия, осуществляемые в ходе и после изготовления продукции	Включает методы, позволяющие управлять качеством в процессе изготовления продукции
3. Обеспечение качества	Охватывает действия, проводимые при разработке, в ходе и после изготовления продукции	Включает меры, позволяющие гарантировать качество
4. Планирование качества (всеобщее управление качеством)	Охватывает все стадии жизненного цикла изделия начиная с проектирования	Включает мероприятия, позволяющие постоянно улучшать все направления деятельности организации с целью удовлетворения и предвосхищения ожиданий потребителей

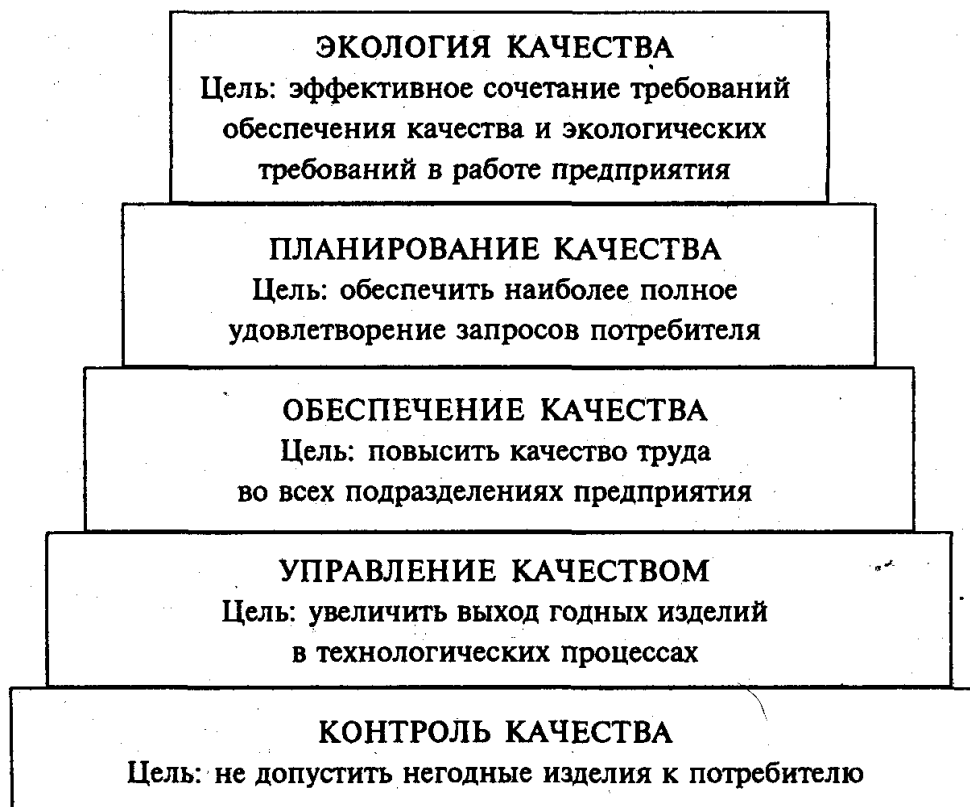


Рисунок 1 - «Башня качества»

Современное предприятие, занимаясь менеджментом качества выпускаемых изделий или предоставляемых услуг, использует в той или иной степени методы, разработанные во всех четырех фазах развития управлением качества. Схематически соотношение этих методов можно представить в виде «башни качества» (рисунок 1).

Предприниматель выстраивает систему менеджмента качества на предприятии последовательно — от нижних «этажей» к верхним. Но система менеджмента качества — это единое целое, поэтому пристраивание каждого нового «этажа» приводит к существенной перестройке предыдущих «этажей». Например, внедрение системы обеспечения качества (3-й «этаж») обязательно сопровождается коррекцией целей, задач и роли в производстве и системы контроля качества.

2.2. Исторический опыт применения и развития систем менеджмента качества

2.2.1. Развитие систем управления качеством в России

Идея качества была органически присуща русской философии и культуре. Русские философы, писатели и общественные деятели уделяли большое внимание проблемам качества, подчеркивая его ценностную значимость, системный характер. Существенным в этом подходе к качеству было то, что оно, прежде всего, связывалось с духовностью [2].

Владимир Мономах — один из самых талантливых и образованных князей до монгольской поры. Его княжение — это время усиления Руси и эпоха расцвета древнерусской литературы. В последние годы жизни, решив подвести ее итог, он пишет мудрое наставление потомкам — «Поучение». В этот труд он сумел вложить содержание, охватывающее общественные, государственные и глубоко личные проблемы (говоря языком современности — проблемы качества жизни). «В дому своем не ленитесь, но за всем сами наблюдайте. Лжи остерегайтесь, и пьянства, и блуда, от того ведь душа погибает и тело. Куда бы вы ни держали путь по своим землям, не давайте отрокам причинять вред ни своим, ни чужим, ни селам, ни посевам, чтобы не стали проклипать вас. Куда же пойдете и где остановитесь, напоите и накормите нищего, более всего чтите гостя, откуда бы он ни

пришел. Больного навестите, покойника проводите, ибо все мы смертны. Не пропустите человека, не поприветствовав его, доброе слово ему молвите» [2, с. 219—223].

Идеи качества, близкие к его современному пониманию, получили развитие в трудах русских философов в конце XIX в. Так, В.С. Соловьев — центральная фигура русской философской мысли конца столетия — широко использует понятие качественной определенности при анализе нравственно-философских проблем. В работе «О добродетелях» он отмечает, что добродетель как качество есть должное отношение человека ко всему многообразию мира. При этом отношение качественно, оно имеет свои качественные различия. Не будет должным отношение, если мы, например, к подобному себе будем относиться как к низшему или как к высшему [21].

Русский философ Л.П. Карсавин считал, что бескачественный субъект (бескачественное «я») просто не существует и как такового себя никогда не осознает. Л.П. Карсавин тем самым подчеркивает многогранность качества. Полноценным субъект может быть только тогда, когда он познает и действует через множество и единство [12].

Русские философы отмечали важную роль духовных, психологических факторов в экономическом поведении, в обеспечении хозяйственного подъема. Так, П.Б. Струве писал: «Более система не есть нечто мертвое, лишенное духовности. Большая производительность всегда опирается на более высокую личную годность. А личная годность — есть совокупность определенных духовных свойств: выдержки, самообладания, добросовестности, расчетливости. Прогрессирующее общество может быть построено только на идее личной годности как основе и мере всех общественных отношений» [2, с. 24—25].

Качество нового («экономического») человека автор обозначает термином «годность», что, по его мнению, соответствует таким значениям, как направленность, действенность, эффективность, продуктивность. Индивидуализированная годность — это главная движущая часть экономического развития, ключевая характеристика работника.

В то же время М. Горький в статье «Полвека для книги» отмечал, что «...русский человек в огромном большинстве — плохой работник. Ему неведом восторг строительства жизни, и

процесс труда не доставляет ему радости, он хотел бы, как в сказках, строить хоромы и дворцы в три дня и вообще любит делать все сразу, а если сразу не удалось — он бросает дело. Однако я уверен, что у русского человека и нет возможности быть хорошим работником — условия нашего политического и социального бытия не могли и не могут воспитать его таковым. Кто и когда учил его, что труд — основа культуры, что труд — не только обязанность человека, но и наслаждение?..» [2, с. 247].

С более широких мировоззренческих позиций к проблеме качества подошел И.А. Ильин. Он по праву считается одним из самых авторитетных философов России. Его творческое наследие огромно — более сорока книг и брошюр, несколько сотен статей. Особенно актуально звучат его идеи о качественном развитии всех сторон российской жизни: хозяйства, политики, культуры, образования, воспитания, профессиональной деятельности. Философская категория качества тем самым наполняется глубоким и конкретным содержанием.

И.А. Ильин увязал в одно целое проблемы качества и дальнейшую судьбу России. Предпосылками успешного развития страны, по его мнению, являются природная даровитость и духовная гениальность народа, населяющего нашу необъятную и богатую природными ресурсами Родину [2, с. 25—26]. «Русскому народу есть только один исход и одно спасение — возвращение к качеству и его культуре, ибо количественные пути исхожены, выстрадааны и разоблачены, и количественные иллюзии на наших глазах изнашиваются до конца... Верим и знаем: придет час, и Россия восстанет из распада и унижения и начнет эпоху нового расцвета и величия. Но возродится она и расцветет лишь после того, как русские люди поймут, что спасение надо искать в качестве!» [2, с. 10—12].

К проблеме качества обращались в своих работах и другие русские ученые и философы, такие как И.И. Мечников («Наука и нравственность»); В.И. Вернадский («Задачи высшего образования нашего времени», «Философские мысли натуралиста»); Н.А. Бердяев («О культуре», «Духовное состояние мира»); Л.Н. Толстой («В чем моя вера»); Ф.М. Достоевский («Дневник писателя»).

Российские ученые и специалисты, занимающиеся проблемой качества в различных ее аспектах, также многократно обращались и продолжают обращаться к трактовке понятия «качество»

применительно к различным объектам исследования. «Качества вообще не бывает, а бывает оно только применительно к конкретным требованиям конкретных потребителей и оказывается, как правило, неким компромиссом между качеством и ценой», — утверждает Ф. Татарский [22, с. 4].

Ряд авторов подчеркивают объективность понятия «качество». Так, Э. Вейцман, полемизируя с Ф. Татарским, предлагает методику количественной оценки качества, с помощью которой можно сравнить, например, качество авторучки и трактора. Он отмечает, что «качество потребительской стоимости — это своего рода уровень научно-технической гармонии, в ней заключенной» [5, с. 37].

Л.А. Гоберман и В.А. Гоберман предлагают ввести понятие «синтезированное качество», определяя его как «установленную совокупность потребительских полезностей продукции, возникающую в результате взаимодействия потребителя и производителя и способную удовлетворять социально-экономические потребности в течение регламентированного срока действия (службы) и в соответствии с функциональным назначением продукции» [8, с. 44].

Впервые система бездефектного производства зародилась в практике работы советского предприятия — на Саратовском авиационном заводе в 1955 г. В июле того года директором этого завода, одного из крупнейших в стране, был назначен Борис Александрович Дубовиков. Личность этого чрезвычайно мужественного, умного, решительного, да к тому же глубоко порядочного и доброго человека, столь значительна, что может послужить примером для многих теперешних менеджеров, а потому знакомство с его биографией весьма полезно.

При существовавшей тогда системе организации производства на любом предприятии, а особенно на тех, где выполнялись оборонные заказы, существовали многочисленные контрольные органы (службы ОТК, военная приемка), на которые был возложен контроль за качеством продукции, а руководители всех уровней и рабочие отвечали за количественные показатели выполнения плана. При такой организации, когда главным считалось выполнение плана, в производстве допускалось огромное число дефектов. И, несмотря на то что на любых предприятиях существовали специальные подразделения для доработки готовых изделий и

исправления брака (так, на Саратовском заводе был цех доработки самолетов, где работало около тысячи высококвалифицированных специалистов), в эксплуатацию и к потребителю все равно поступали неисправные изделия, и все это приводило к чудовищным потерям.

Б.А. Дубовиков, у которого к тому времени уже был огромный опыт инженерно-конструкторской, производственной и организаторской работы, понял, что «дальше так работать нельзя». Именно Б.А. Дубовиков первым нашел ключ к перестройке всей существовавшей в те времена во всем мире системы организации производства. Понимая, что все процессы проектирования, технологической подготовки, изготовления есть результат труда людей, и именно от качества их труда зависит качество результата, он пришел к такому выводу: «Отсюда следует, что единственно правильным путем достижения поставленной цели является управление качеством изделий посредством управления качеством труда их творцов». И он разработал принципиально новую концепцию бездефектности («ноль дефектов») и количественно измеримый показатель качества труда — процент сдачи результатов труда с первого предъявления, т. е. без единого дефекта.

Через месяц после назначения директором Саратовского авиационного завода Б.А. Дубовиков издал приказ, в котором главными были всего два пункта:

1. отделу технического контроля прекращать приемку партии изделий после обнаружения первого найденного дефекта и возвращать всю партию предъявителю;
2. работникам, сдающим продукцию с первого предъявления, выплачивать премию в размере 50% от основной зарплаты.

Будучи человеком весьма решительным, Б.А. Дубовиков стал требовать неукоснительного выполнения приказа, в результате чего завод просто встал на полгода. В то время надо было быть очень мужественным человеком, чтобы выдержать весь напор вышестоящего начальства и партийных деятелей и не сдать своих позиций. Тем не менее за эти полгода удалось отработать комплекс мероприятий по внедрению принципиально нового подхода к обеспечению качества всех (что чрезвычайно важно) подразделениях завода. Так родилась Саратовская система

бездефектного изготовления продукции и сдачи ее ОТК и заказчику с первого предъявления, которую сокращенно стали именовать системой БИП, а в дальнейшем и системой бездефектного труда — СБТ.

В результате система была апробирована при освоении нового образца истребителя конструкторского бюро А.С. Яковлева, который в нарушение всех установленных тогда процедур государственной приемки сразу после сборки благополучно улетел в Москву, а цех доработки самолетов был впоследствии ликвидирован, разумеется, с сохранением работавших в нем высококвалифицированных специалистов. Это было невиданным достижением.

К Саратовской системе был проявлен огромный интерес, и не без давления со стороны партийно-государственных органов она начала распространяться по всей стране и охватила самые разные отрасли производства и области деятельности. К декабрю 1966 г. она была внедрена на 5 тыс. предприятий, НИИ, КБ, а это почти 5 млн рабочих и инженерно-технических работников. Внедрение системы дало огромный экономический эффект. Достаточно сказать, что только на 20 заводах за 2,5 экспериментального года (т. е. к середине 1968 г.) за счет снижения брака только на материалах было сэкономлено более 1,5 млн р. и 500 тыс. р. по фонду заработной платы. Среднегодовой рост производительности труда составил 18,4% (а мы все ищем пути повышения производительности труда), а снижение себестоимости товарной продукции — на 10,3%. Саратовская система получила широкое распространение и в социалистических странах.

Системный подход в управлении качеством продукции на предприятиях машиностроения - есть результат эволюции форм и методов работ по качеству, начиная от индивидуальной формы организации работ по качеству и заканчивая повсеместным внедрением системной организации работ по качеству. На предприятиях Советского Союза системный подход начал применяться в 40-50-х годах, то есть через 20 лет после организации отделов технического контроля продукции. В процессе работы ОТК стало ясно, что в условиях относительно высокой технической оснащённости производственных подразделений, роста производительности труда и недостаточной ответственности за качество рабочих-изготовителей, вследствие

слабой оснащённости средствами контроля качества продукции, ОТК из активных органов предупреждения и профилактики брака превратились в отделы элементарных “разбраковщиков” выпускаемой продукции. Этот характер работы не содействовал систематическому улучшению и обеспечению установленного уровня качества продукции от её изготовления до использования (эксплуатации). Возникла необходимость перехода на децентрализованную систему контроля качества изготавливаемой продукции, что заставило трудовые коллективы осуществлять поиск новых методов обеспечения качества.

По Саратовской системе БИП, внедрённой на предприятиях Саратовской области в 1955 году был найден механизм активизации участников производственного процесса, стимулирующий их к выявлению и устранению не дефектов, а причин дефектов. После повторного предъявления рабочий лишался премии. Неотвратимость наказания заставляла рабочего строже соблюдать технологическую дисциплину или предъявлять претензии мастеру, инструментальной службе, службе главного механика, если причиной дефекта были некачественные материалы, заготовки, инструмент, оснастка, станок.

Более совершенной системой управления качеством стала система КАНАРСПИ (качество, надёжность, ресурс с первых изделий), разработанная рядом проектно-конструкторских организаций Горьковской области и Ярославская система НОРМ (научная организация работ по увеличению моторесурса) и, наконец, Львовская комплексная система управления качеством продукции (КС УКП).

Горьковская система предусматривает широкое, устойчивое и постоянное взаимодействие между опытно-конструкторским бюро (ОКБ) - разработчиком и заводом, осуществляющим серийное производство. Основная задача - выявление и устранение на предпроизводственной стадии и в процессе подготовки производства новых изделий возможных причин дефектов. Система была призвана практически исключить доводку изделия и технологии в период серийного производства. Она предусматривала:

- тщательное и глубокое проведение исследовательских, конструкторских и экспериментальных работ при создании изделия;

- ускоренные и специальные испытания на надёжность и долговечность агрегатов и узлов изделия;
- широкое применение методов натурального, модельного и математического моделирования поведения изделия, его узлов и агрегатов в условиях близких к эксплуатации;
- выполнение в полном объёме работ по технологической подготовке серийного производства.

Ярославская система НОРМ была внедрена в середине 60-х годов на Ярославском моторном заводе “Автодизель”. В этой системе за критерий качества был принят один из важнейших технических параметров - ресурс до первого капитального ремонта. Особое внимание уделялось разработке конструкции и технологии, обеспечивающих повышение технического уровня и качества двигателя. В ней были также использованы и развиты основные элементы Саратовской и Горьковской систем организации работ по качеству выпускаемой продукции, как и в горьковской был использован опыт применения Саратовской системы бездефектного изготовления продукции.

В первой половине 70-х годов в результате совместного научно-производственного эксперимента предприятий Львовской области, ВНИИ стандартизации Госстандарта СССР и научно-производственного объединения “Система” была разработана и прошла апробацию комплексная система управления качеством продукции. В ней организация работ по качеству осуществляется путём формирования функций и задач управления качеством, а также их тщательного и скоординированного распределения между органами управления предприятием.

Главная цель системы была сформулирована следующим образом: обеспечение высоких и устойчивых темпов роста качества продукции, выпускаемой предприятием.

Она достигается:

- созданием и освоением новых высококачественных видов продукции;
- своевременной постановкой на производство новой продукции;
- снятием с производства морально устаревшей продукции;

- улучшением показателей качества выпускаемой продукции путём её совершенствования и модернизации.

Функции и задачи, способы и методы их реализации закрепляются в комплексе стандартов предприятия (СТП). В круг функций и задач, включённых в СТП, внесены следующие:

- прогнозирование потребностей, технического уровня и качества продукции;
- планирование повышения качества продукции;
- нормирование требований к качеству продукции;
- аттестация продукции;
- организация разработки и постановки продукции на производство;
- организация технологической подготовки производства;
- организация метрологического обеспечения;
- организация материально-технического обеспечения;
- специальная подготовка и обучение кадров;
- обеспечение стабильности запланированного уровня качества продукции при её разработке, изготовлении, складировании, транспортировке, сбыте и эксплуатации (потреблении);
- стимулирование повышения качества продукции;
- контроль качества и испытание продукции;
- надзор за внедрением и соблюдением стандартов, технических условий и состоянием средств измерения;
- правовое обеспечение управления качеством продукции;
- информационное обеспечение системы управления качеством продукции.

Большое значение в создании комплексной системы и развитии системного подхода в управлении качеством продукции имело и имеет использование организационного проектирования. Разработка проектов системы при соблюдении всех правил проектирования давала возможность осуществлять действительно комплексное УКП и увязывать все стороны деятельности предприятия в области качества продукции. Особую роль при этом должен был играть один из важнейших документов проекта

системы - комплексный план повышения качества продукции (программа “Качество”).

На Воронежском авиационном производственном объединении (ныне это Воронежское акционерное самолётостроительное общество - ВАСО) комплексная система управления качеством продукции (КС УКП) была внедрена в 1976 году. КС УКП представляет собой организационную структуру распределения полномочий и ответственности, требования и методы их реализации, а также включает ресурсы, необходимые для её функционирования. КС УКП является основной частью общей системы управления предприятием и функционирует одновременно со всеми другими видами деятельности на предприятии, согласуясь и взаимодействуя с ними. Взаимодействие осуществляется на пяти уровнях:

1. Организация работ по управлению качеством продукции на уровне руководства предприятия (директор, главный инженер, их заместители).

2. Организация работ по управлению качеством продукции на уровне главных специалистов.

3. Организация работ по УКП на уровне руководителей цехов и отделов, которые реализуют мероприятия по КС УКП в рамках своих подразделений.

4. Организация работ по УКП на уровне руководителей бюро, бригад, участков, которые обеспечивают организацию бездефектного изготовления продукции и работу исполнителей по качеству.

5. Организация работ непосредственных исполнителей по обеспечению высокого качества продукции, которые в своей деятельности осуществляют организацию личной работы неукоснительного исполнения и соблюдения требований нормативно - технической документации и обеспечивающих достижение высоких показателей качества продукции.

Система УКП должна функционировать таким образом, чтобы потенциальный заказчик или потребитель продукции был уверен в том, что:

- его требования к данной продукции будут удовлетворены полностью;

- возникающие проблемы будут не только устранены, но не смогут возникнуть в последующем вследствие работы эффективного механизма предупреждения их появления;
- продукция, в результате её постоянного совершенствования с учётом достижений отечественных и зарубежных учёных, а также накопленного опыта, будет и в последующем удовлетворять растущие потребности.

Обращаясь к организационному построению КС УКП, следует отметить, что:

- реализация выше указанных требований осуществляется на основе постоянно действующих организационно-технических, экономических мероприятий по обеспечению и поддержанию необходимого уровня качества продукции при её разработке, производстве и эксплуатации;
- общее руководство системой осуществляет генеральный директор ВАСО, определяющий политику в области качества продукции и обеспечивающий необходимые условия для её реализации;
- координация деятельности структурных подразделений по реализации политики в области качества и требований руководства по качеству, разработка основополагающих документов, общих правил и процедур по обеспечению качества возлагается на заместителя генерального директора по качеству;
- методическое руководство и координацию деятельности всех подразделений ВАСО по управлению качеством осуществляет бюро управления качеством продукции, которое структурно входит в состав отдела технического контроля и подчиняется заместителю генерального директора по качеству;
- обобщение передового опыта и оперативное решение проблем по качеству решается с помощью коллективных органов в структуре КС УКП (постоянно действующая комиссия по качеству, совещание по качеству, группы качества в подразделениях, технические советы цехов, временные творческие коллективы);
- оперативная разработка организационно-технических мероприятий для предотвращения отказа

изделий в процессе испытаний и эксплуатации осуществляется с помощью координационного совета по качеству.

Объектами управления в системе УКП являются условия и факторы, влияющие на обеспечение качества выпускаемой продукции. К их числу относятся:

- состояние конструкторской, технической, нормативно-технической документации;
- качество оборудования, оснастки, инструмента, средств измерения, контроля;
- качество сырья, материалов, полуфабрикатов, покупных комплектующих изделий;
- качество организации и управления производством;
- качество процессов производства и ритмичность работы;
- хозяйственный механизм и его элементы (план, ценообразование, экономическое стимулирование);
- качество управления персоналом.

Внедрение КС УКП на отечественных предприятиях имело большой положительный опыт по повышению качества продукции. Но при этом, следует учитывать, что при практическом использовании методов КС УКП проявились и недостатки, которые в современных условиях уже не позволяют изготавливать конкурентоспособную продукцию.

Среди недостатков, свойственных КС УКП следует отметить:

- слабое методическое руководство со стороны отраслевых, головных и базовых организаций по УКП и стандартизации;
- пассивность руководителей предприятий в вопросах создания и совершенствования систем УКП, а также в вопросах создания и комплектования подразделений по УКП подготовленными и инициативными работниками;
- формальное отношение к организации систем УКП;
- поверхностный анализ состояния дел в области качества продукции и такой же подход к созданию и наделению соответствующими функциями КС УКП, пренебрежение важнейшими принципами управления качеством продукции;

- громоздкость системы, вызванная созданием большого количества стандартов предприятия и зачастую дублировавших друг друга;

- недооценка роли учёбы по УКП, что вело к непониманию работниками необходимости проведения работ в области качества продукции, важности соблюдения и исполнения стандартов предприятия;

- выхолащивание и исключение из разрабатываемых документов ценных и необходимых положений для работы в области качества продукции при согласовании их с заинтересованными службами;

- не все подразделения предприятий участвовали в работах по повышению и обеспечению качества продукции;

- работу по УКП в рамках системы возглавляли отделы технического контроля, а не первые руководители предприятия, что создавало противоречия между руководителями и ОТК при работе «на план» и «за качество»;

- недостаточный уровень прослеживаемости материалов, деталей, узлов и продукции в случаях наличия у них дефектов и отказов;

- забвение основополагающих принципов УКП на некоторых предприятиях в реальных условиях;

- недостаточность стимулирования производства высококачественной продукции;

- неполный охват управлением условий и факторов влияющих на качество продукции;

- в системах УКП не нашло должного отражения значение и роль персонала в обеспечении качества продукции;

- недостаточный уровень материально-технического, технологического и метрологического обеспечения производства.

Главным же недостатком следует считать то, что механизм УКП не сориентирован на потребителя, не направлен на выпуск конкурентоспособной продукции высокого уровня качества со стабильными показателями. Но опыт показал, что именно такого рода системы являются тем инструментом, с помощью которого

можно создать при широком использовании в управлении экономических методов эффективный механизм управления качеством продукции.

2.2.2. Американская школа управления качеством

Вовсе не случайно, что центр развития теории и практики менеджмента в начале XX века переместился из Англии в Америку. Деятельность основоположников «научного менеджмента» отражала характерные тенденции эпохи классического капитализма – свободную рыночную экономику, индивидуальное предпринимательство, господство средних и небольших предприятий. Организация труда и управления в такой «локальной экономике» не требовала систематического применения науки, да и сама наука ещё не была доминирующим общественным институтом, главной производительной силой промышленности. Так обстояло положение дел в Англии эпохи Смита, Болтона и Оуэна. Таким образом, именно английская, а точнее англо-саксонская модель легла в основу американской школы менеджмента.

Американская модель управления зарождалась на рубеже XIX – XX веков, когда в США переживали экономический бум. Огромные природные ресурсы привлекали передовые умы того времени; уровень развития техники и технологий вступал в резкое противоречие со сложившейся на тот момент системой производственных отношений. Классический капитализм переходил в свою высшую, монополистическую стадию. Именно в этот период складывались объективные предпосылки для зарождения «научного менеджмента» в США и деятельности его лидера – Фредерика Тейлора. Он разработал особую систему организации труда и управленческих отношений, которая привела к «организационной революции» в сфере производства и управления. Большую роль в организации движения за научные методы управления производством в США сыграло Американское Общество инженеров-механиков, членом которого с 1885 года являлся Тейлор. В 1895 году он опубликовал свою теорию в статье «Система кусочных расценок». Уже в 1903 году выходит в свет его книга «Цеховое управление». Окончательное закрепление его идеи получили в книге «Основы научного менеджмента», изданной в 1911 году.

Управление качеством начиналось с выходного контроля готовой продукции. Стройный механизм управления качеством каждого отдельного изделия дала система Фредерика Уинслоу Тейлора, датируемая 1905 г. Эта система устанавливала требования к качеству продукции в виде шаблонов (интервалов допусков), названных калибрами. Контроль осуществлялся специалистами (инспекторами). Система Тейлора ввела деление продукции на качественную и дефектную (брак).

В 20-30-е годы XX века в США зародилась школа человеческих отношений, в центр исследований которой был поставлен человек. К этому направлению можно отнести Э. Мэйо и Ф. Ротлисбергера, направление исследований, которых касались социологии производственных отношений. Основателем этой школы считается Элтон Мэйо (1880 - 1949), который доказывал, что «управление должно основываться не на интуитивных представлениях о человеке, а на достижениях научной психологии».

Также в этот период исследовались проблемы мотивации людей в организации. К исследователям данного направления относятся: А. Маслоу, К. Альдерфер, Д. Макклеланд, Ф. Герцбергер. Теории Маслоу (1908-1970 гг.) получили дальнейшее развитие в трудах многих ученых, посвященных разработки моделей мотивации труда, как американских, так и европейских.

В 40-е и 50-е годы прошлого века даже ведущие американские компании, провозгласившие качество продукции основной целью, относились к качеству как к средству уменьшения издержек производства, а не как к способу удовлетворения нужд потребителей. Огромные затраты (20-25% всех текущих затрат среднестатистического предприятия) из-за низкого уровня качества уходили на обнаружение и устранение дефектов продукции. Суммарные затраты с учетом издержек на гарантийный ремонт и замену реализованных дефектных изделий доходили до 30 и более процентов от издержек производства.

По мнению многих американских специалистов, низкий уровень качества являлся основным препятствием на пути роста производительности труда и конкурентоспособности американских товаров. Для решения проблемы пытались прибегать и к протекционистским мерам, вводили специальные квоты, пошлины, тарифы, направленные на защиту национальной продукции от

конкурентов. Американская промышленность оказалась перед выбором - или резко повысить уровень качества, или потерять значительную часть рынка. Было решено обратить внимание на такие проблемы, как мотивация рабочих; кружки качества; статистические методы контроля; повышение сознательности служащих и управляющих; учет расходов на качество; программы повышения качества; материальное стимулирование.

Американские специалисты рассматривали деятельность японских кружков качества, как ключ к успеху бизнеса. В конце 70-х годов многие американские фирмы стали прилагать значительные усилия для их организации и развития. Опыт работы кружков качества реэкспортировался из Японии в США, где в свое время появилась идея об их создании. Кроме этого на участках, контролируемых кружками качества, улучшился психологический климат, повысилось чувство удовлетворенности трудом, положительно развивалась система межличностных коммуникаций. К 1982 году широкая кампания по пропаганде деятельности кружков качества позволила довести их число в США до 6000. В том же году была создана национальная ассоциация кружков качества. Однако не везде работа американских кружков качества отличалась высокой эффективностью. Причина этого заключалась в копировании японской специфики без всесторонней адаптации к социально-культурной среде Соединенных Штатов.

Руководство всеми кружками качества осуществляет управляющий комитет во главе с менеджером по качеству. От менеджера управляющие команды идут через помощника-посредника, который интерпретирует их, учитывая специфику того или иного кружка. Часто для придания большего социального статуса работе кружков в состав управляющего комитета привлекают функционеров профсоюзов.

В 1983 г известный американский ученый Д. Джуран в своей книге «Джуран о планировании качества» изложил следующие этапы планирования качества:

- идентифицировать, кто является потребителем;
- определить запросы этих потребителей;
- интерпретировать эти запросы в возможности компании;
- разработать продукт, который может отвечать этим запросам;

- оптимизировать характеристики продукта так, чтобы он отвечал как запросам потребителя, так и интересам компании;
- разработать процесс производства продукта;
- оптимизировать процесс;
- проверить, может ли процесс обеспечить производство продукта при существующих условиях;
- запустить процесс производства.

Среди специалистов в области качества отметим Дж.Харрингтона, длительное время работавшего на разных должностях в службе обеспечения качества корпорации IBM. В своей деятельности пристальное внимание уделял вопросам активизации творческого потенциала сотрудников компаний.

В книге «Управление качеством в американских корпорациях» Харрингтон, изучив опыт многих американских компаний, подчеркивает необходимость изменения системы управления и контроля текущих процессов для решения проблем. Проблемы заключаются не в людях, а в системе.

В 80-х годах выходят две широко известные работы «отца движения за качество» Э. Деминга: «Качество, производительность и конкурентоспособность» и «Выход из кризиса», где он приводит свои знаменитые 14 принципов, ставшие затем основой теории всеобщего качества.

Американской промышленности присущи большие промышленные ресурсы, потенциал, амбиции и хорошо оплачиваемое руководство высшего звена. Предпосылки для новой технической революции в США заложены в огромных капитальных вложениях в современную технологию и разработке новых видов продукции, в новых взаимоотношениях между рабочими и управляющими. Сердцевиной «качественной революции» является максимальное удовлетворение требований потребителей. Каждый рабочий конвейера является потребителем продукции предыдущего рабочего, поэтому задача каждого из них в том, чтобы качество его работы максимально удовлетворяло рабочего последующего.

Новым явлением в экономической жизни США стало внимание со стороны законодательной и исполнительной власти к вопросам повышения качества. Конгресс США учредил национальную премию, которую ежегодно, каждый второй четверг ноября, во Всемирный День Качества, за выдающиеся достижения

в области качества трем лучшим фирмам вручает Президент США. Ежегодно под лозунгом «Качество - прежде всего» по инициативе Американского общества по контролю качества (АОКК) проводятся месячники качества.

2.3. Японская школа управления качеством

Значительную роль в становлении и развитии современных подходов к управлению качеством сыграли японские ученые. Развитие японской школы связано с именами К. Исикавы, Г. Тагути, С. Синго и др. Однако ее становление во многом обусловлено объективными факторами, а также американским и западноевропейским влиянием.

Японская промышленность удерживает репутацию лидера в вопросах качества продукции и производительности труда. Японская школа управления является родоначальницей методологии менеджмента качества и системного подхода к вопросам управления качеством. Она признана наиболее эффективной во всем мире, и главная причина её успеха - *умение использовать человеческий фактор*.

После войны, пережив затяжное и длительное восстановление, Япония в 50-60-х годах продемонстрировала быстрый рост, по своим темпам в 2-3 раза опережающий развитие таких стран, как США, Англия, Франция и Италия. Существенными факторами быстрых темпов развития были: низкий уровень военных расходов, дешевая рабочая сила; значительна роль факторов организационно-управленческого характера.

Япония во все времена уделяла большое внимание вопросам управления, еще в 60-е годы японские специалисты утверждали, что современное общество от конкуренции в финансовой и технической областях перешло к стадии конкуренции в способности управлять. История японской экономики свидетельствует о постоянной эволюции в структурах, методах и процедурах управления, о критическом пересмотре сложившихся традиций, активном заимствовании зарубежного опыта и выработке собственных высокоэффективных, оригинальных решений в области менеджмента.

В Японии была создана система управления качеством, в которой всеобщий контроль качества представляет собой единый процесс обеспечения качества повсеместно на предприятиях, этот

процесс осуществляется всем персоналом от президента до простых работников.

Обобщение взглядов японских специалистов в области управления качеством можно представить так:

1. Ориентация на постоянное совершенствование.
2. Акцент на контроль качества процессов, а не продукции.
3. Создание необходимых условий для предотвращения возможности появления дефекта.
4. Тщательное исследование и анализ возникающих проблем.
5. Полное закрепление ответственности за непосредственным исполнителем.
6. Развитие творческого потенциала рабочих и служащих.
7. Ориентация, прежде всего, на качество, а не на кратковременную прибыль.

Японский менеджмент, основанный на коллективизме, использовал все морально-психологические рычаги воздействия на личность. Прежде всего, это чувство долга перед коллективом, что в японском менталитете почти тождественно чувству стыда.

Японский метод управления отличается от методов, используемых в большинстве стран Европы и Америки. Прежде всего, своей направленностью: основным предметом управления в Японии являются трудовые ресурсы. Цель, которую ставит перед собой японский управляющий, - повысить эффективность работы предприятия в основном за счет повышения производительности труда работников. Между тем в европейском и американском менеджменте главной целью является максимализация прибыли, т. е. получение наибольшей выгоды с наименьшими усилиями.

По мнению японского специалиста по менеджменту Х. Йосихара, есть шесть характерных признаков японского управления.

1. Гарантия занятости и создание обстановки доверительности. Такие гарантии ведут к стабильности трудовых ресурсов и уменьшают текучесть кадров. Стабильность служит стимулом для рабочих и служащих, она укрепляет чувство корпоративной общности, гармонизирует отношения рядовых сотрудников с руководством. Освободившись от давящей угрозы

увольнения и имея реальную возможность для продвижения по вертикали, рабочие получают мотивацию для укрепления чувства общности с компанией. Стабильность также способствует улучшению взаимоотношениями между работниками управленческого уровня и рядовыми рабочими, что, по мнению японцев, совершенно необходимо для улучшения деятельности компании. Стабильность дает возможность количественного увеличения управленческих ресурсов. Гарантии занятости в Японии обеспечивает система пожизненного найма - явление уникальное и во многом непонятное для европейского образа мысли.

2. Гласность и ценности корпорации. Когда все уровни управления и рабочие начинают пользоваться общей базой информации о политике и деятельности фирмы, развивается атмосфера участия и общей ответственности, что улучшает взаимодействие и повышает производительность. В этом отношении встречи и совещания, в которых принимают участие инженеры и работники администрации, дают существенные результаты. Японская система управления старается также создать общую для всех работников фирмы базу понимания корпоративных ценностей, таких как приоритет качественного обслуживания, услуг для потребителя, сотрудничество рабочих с администрацией, сотрудничество и взаимодействие отделов.

3. Управление, основанное на информации. Сбору данных и их систематическому использованию для повышения экономической эффективности производства и качественных характеристик продукции придается особое значение. Во многих фирмах, например, собирающих телевизоры, применяют систему сбора информации, при которой можно выявить, когда телевизор поступил в продажу, кто отвечал за исправность того или иного узла. Таким образом, выявляются не только виновные за неисправность, но главным образом причины неисправности и принимаются меры для недопущения подобного в будущем. Руководители ежемесячно проверяют статьи доходов, объем производства, качество и валовую выручку, чтобы посмотреть, достигают ли цифры заданных показателей, и чтобы увидеть грядущие трудности на ранних этапах их возникновения.

4. Управление, ориентированное на качество. Президенты фирм и управляющие компаний на японских предприятиях чаще

всего говорят о необходимости контроля качества. При управлении производственным процессом их главная забота - получение точных данных о качестве. Личная гордость руководителя заключается в закреплении усилий по контролю качества в работе порученного ему участка производства с наивысшим качеством.

5. Постоянное присутствие руководства на производстве. Чтобы быстро справиться с затруднениями и содействовать решению проблем по мере их возникновения, японцы зачастую размещают управленческий персонал прямо в производственных помещениях. По мере разрешения каждой проблемы вносятся небольшие нововведения, что приводит к накоплению дополнительных новшеств. В Японии для содействия дополнительным нововведениям широко используется система новаторских предложений и кружки качества.

6. Поддержка чистоты и порядка. Одним из существенных факторов высокого качества японских товаров являются чистота и порядок на производстве. Руководители японских предприятий стараются установить такой порядок, который может служить гарантией качества продукции и способен повысить производительность благодаря чистоте и порядку.

В целом японское управление делает упор на улучшение человеческих отношений: согласованность, групповую ориентацию, моральные качества служащих, стабильность занятости и гармонизацию отношений между рабочими и управляющими.

Изучение японского управления стало не большой, но растущей отраслью западных экономик. Повышенный интерес к японским методам управления трудовыми ресурсами вызывается тем, что японские рабочие и служащие, получая примерно одинаковую заработную плату, трудятся с гораздо большей интенсивностью, творческой отдачей и продолжительностью, чем в других развитых странах.

Стремление японцев работать с максимальной отдачей кроется не в каких-то мистических чертах их национального характера, а в использовании продуманной до мелочей, четко организованной и в то же время гибкой и адаптивной системы управления трудовыми ресурсами, которая выступает как один из ключевых элементов японской системы управления производством в целом.

Выделяются три основных элемента, которые в своей совокупности образуют **японскую систему управления трудовыми ресурсами**:

система пожизненного найма;

система продвижения и оплаты труда на основе стажа работы (система «НЭНКО»);

наличие в каждой фирме своих независимых профсоюзов.

Система пожизненного найма гарантирует каждому наемному работнику постоянную занятость в течение всего периода трудовой активности, в ответ он должен отвечать высокой лояльностью к фирме и высокой производительностью работы.

Ежегодно компания или государственное учреждение нанимает определенное число выпускников высших и средних учебных заведений, которые в торжественной обстановке принимаются в число работников фирмы на испытательный срок. В течение года они проходят полный курс подготовки к определенной должности в том или ином подразделении компании под руководством специально выделенного сотрудника. По истечении года сотрудники, зарекомендовавшие себя положительно, включаются в постоянный штат компании, а через пять или более лет (и при достаточно высоких показателях работы) могут быть назначены на различные руководящие должности на среднем уровне в иерархической лестнице в системе управления фирмой. По достижении пенсионного возраста все работники, кроме управляющих высшего уровня, должны выйти на пенсию. Для производственных рабочих также есть испытательный срок, в течение которого они должны подтвердить свою квалификацию, а также жесткие сроки для выхода на пенсию. При найме на работу большинство японских фирм использует довольно жесткую систему отбора кандидатов в постоянный контингент работников.

Система продвижения и оплаты труда на основе стажа работы (система «НЭНКО») предусматривает распределение заработной платы, премий и выплат, изменение служебного положения в зависимости не столько от конкретных количественных показателей труда, сколько от стажа работы в данной компании.

Наличие в каждой фирме своих независимых профсоюзов, что обеспечивает в рамках этого профсоюза принудительное объединение всех работников фирмы независимо от их статуса,

профессиональной принадлежности и т. п. При этом создается иллюзия совпадения целей и интересов у наемных работников и руководства компании.

Кадровая политика и подготовка кадров.

Главная цель кадровой политики Японии - повышение квалификации различных категорий работников, включая управляющих. Для этой цели широко используются различные курсы и программы обучения, ориентированные на самые различные категории работников. В настоящее время практически каждый рабочий японской промышленности имеет законченное среднее образование.

Рассматривая своих работников как часть капитала, от которого в значительной мере зависит эффективность работы организации не только в настоящем, но и в перспективе, компании вкладывают крупные суммы в профессиональную подготовку и систематическое повышение квалификации своих работников.

В конечном итоге это дает весьма высокий экономический эффект. Обычно каждый работник крупной японской компании после зачисления его в штат постоянного персонала охватывается так называемой программой развития карьеры, рассчитанной на долгосрочную перспективу.

Эти программы включают, как правило, не только различные формы подготовки, но и периодическую оценку уровня их квалификации, эффективности работы и т. д.

Необходимо отметить, что существующий широкий набор стимулирующих факторов настолько силен, что, однажды ступив на движущуюся лестницу карьеры, тот или иной менеджер уже не может остановиться, и вынужден работать с максимальной возможной интенсивностью. В противном случае он рискует потерять все, чего добился за долгие годы упорного труда.

Японские модели управления качеством:

- *кружки качества (Quality Circle);*
- *программа «пяти нулей»;*
- *система JIT (Just-In-Time);*
- *система КАНБАН.*

Кружки качества (Quality Circle) - основные положения концепции кружков качества сформулировал в 1962г. К.Исикава. Было установлено, что при объединении людей в группу

облегчаются взаимодействия и повышается индивидуальная активность и работоспособность.

Кружки качества – это небольшие группы рабочих, которые создаются непременно по добровольному принципу в цехах и на производственных участках, т. е. непосредственно на рабочих местах. Члены кружка сами избирают из своей среды руководителя. Основная задача - поиск, изучение и решение практических задач, а также постоянное обучение всех членов кружка. Работая в кружке, рабочие совместно со специалистами и управляющими принимают участие в решении общих проблем, осуществляя на практике менеджмент, основанный на участии.

По мнению японских специалистов, причины низкого качества или производительности не всегда могут быть известны отдельным рабочим, инженерам или менеджерам, но групповой подход к анализу и устранению этих проблем всегда будет более эффективным.

Деятельность кружков непрерывна, она не прекращается с решением какой-либо отдельной проблемы. Члены кружка совместно с инженерами и менеджерами постоянно изучают технологию производства и управления, стремясь найти новые пути улучшения качества и роста производительности. Кружок чаще всего состоит из 6-12 человек, которые собираются на совместные совещания по соглашению с администрацией, эти совещания частично проходят в рабочее время, а частично - в нерабочее.

Включение в состав кружка качества линейных управляющих нижнего звена (бригадиров и мастеров) и их **совместное обучение является одним из наиболее важных нововведений, характеризующих японский подход к управлению качеством.**

К универсальным элементам, лежащим в основе концепции кружков качества, можно отнести следующие три:

- тесный контакт между администрацией, профсоюзом и работниками;
- как управляющие, так и рабочие должны быть обучены передовым, эффективным приемам и методам обеспечения качества;
- подход к деятельности по обеспечению качества должен учитываться и быть особенно сильно приспособленным к конкретным национальным условиям и

всему действующему набору инструментов организации и управления.

Программа «пяти нулей». Японская система управления качеством на производстве ориентирована на предотвращение возможности допущения дефектов. На японских предприятиях большую популярность завоевала программа «пяти нулей», суть которой сводится к тому, что каждый рабочий **не должен делать следующее:**

1. принимать дефектную продукцию с предыдущей операции;
2. создавать условия для появления дефектов;
3. передавать дефектную продукцию на следующую операцию;
4. вносить изменения в технологию;
5. повторять ошибки.

Система JIT (Just-In-Time). Программу «пяти нулей» невозможно было реализовать без максимального использования человеческих ресурсов. И это первым доказал на практике вице-президент фирмы «Тойота» по производству Т. Охно, создавший концепцию Just-In-Time (JIT) - «делать все вовремя», которая обеспечивает «пять нулей» (ноль запасов, ноль отказов, ноль дефектов) в организации производства и позволяет сократить время от момента получения заказа до момента поставки готового продукта потребителю. Именно совместная оптимизация качества, издержек производства, пунктуальность и тщательность выполнения работ позволяют, в конечном счете, увеличить долю рынка, производительность и прибыльность производства.

Система JIT ведет к эффективным действиям по доставке только требуемых товаров или услуг в «правильном» количестве, в «правильное» время и место. При этом под «правильными» понимаются характеристики, которые ожидают как внутренние, так и внешние потребители. Каждая фаза производства в системе JIT заканчивается изготовлением нужной («правильной») детали именно в тот момент, когда она требуется для последующей операции. Если изготавливаемая деталь будет нужна через час, то она и должна быть изготовлена не раньше, чем через час. Все неиспользуемые какое-то время запасы являются непроизводительными расходами и составляют издержки

производителя. Складирование впрок — это выброшенные деньги, время и нерациональное использование площади.

Суть концепции JIT, в том, чтобы все делать только в том количестве, с тем качеством и в то время, которое требуется непосредственно потребителям.

Система КАНБАН. Практически все перечисленные выше принципы управления качеством были воплощены в системе корпоративного управления производством и снабжением КАНБАН (KANBAN), внедренной в корпорации Toyota Motors и позволившей сократить производственные запасы на 50 % , а товарные — на 8%.

Система КАНБАН начинает изготавливать конкретный образец продукции только тогда, когда на нее есть определенный заказчик (потребитель). Эта система базируется на следующих принципах:

- усиленный контроль качества;
- поставка продукции заказчику точно в срок;
- наладка оборудования, исключая брак;
- сокращение числа поставщиков комплектующих;
- максимальное приближение смежников к головному (как правило, сборочному) заводу.

2.4. Философия всеобщего управления качеством

С течением времени в представления об управлении качеством включались все новые и новые элементы, требовалось усиление интеграции деятельности различных служб и подразделений организации. Пришло осознание того, что управление качеством не просто отдельная функция в деятельности организации, а подход к управлению всей организацией в целом, направленный на качество, и что свой вклад в обеспечение качества продукции и услуг вносит каждый сотрудник организации. Поэтому на современной стадии развития научных подходов к управлению качеством появляется и развивается концепция всеобщего управления качеством (TQM). Основная идея этой концепции заключается в установлении четких целей для организационного развития, а затем проектировании деятельности организации и мотивации сотрудников для достижения поставленных целей. Таким образом, к настоящему времени управление качеством становится основой управления

организацией. Понадобилось практически 80 лет, чтобы осознать необходимость единства управления и управления качеством и вновь соединить их, как это было в начале XX века, но уже на новой основе. Главная цель управления качеством на данном этапе — удовлетворение и предвосхищение запросов потребителей, а не просто выпуск продукции, не имеющей дефектов.

Развитием идей Э. Деминга, а также обобщением опыта их внедрения в промышленности стала концепция всеобщего управления качеством, которая начала складываться в 70-е годы благодаря работам А. Фейгенбаума и получила свое законченное развитие в настоящее время. В соответствии с международным стандартом ИСО 9000-2000 под TQM (Total Quality Management) понимается «метод управления организацией, основанный на сотрудничестве всех ее работников, ориентированный на качество и обеспечивающий через удовлетворение запросов потребителей достижение целей долгосрочного предпринимательского успеха и выгоды для всех работников организации и хозяйства в целом».

Основными чертами TQM являются:

1. Интеграция усилий и участие в задаче обеспечения качества сотрудников всех иерархических уровней, т. е. и руководителей, и подчиненных.
2. Осознание и руководителями, и исполнителями того, что качество — задача всех сотрудников, а не какого-либо специального подразделения.
3. Деятельность в соответствии с жизненным циклом продукта (от маркетинговых исследований и разработки концепции продукта до его сервиса у потребителя и утилизации).
4. Постоянное повышение квалификации, обучение, переподготовка всех сотрудников.
5. Учет общечеловеческих и социальных компонентов в работе, понимание того, что основой качества является качество труда, которое определяется не столько техникой и технологией, сколько мотивацией сотрудников на качественный труд.
6. Структурирование деятельности, т. е. разбивка ее на взаимосвязанные технологические процессы, операции, переходы.

7. Каждое последующее звено в технологической цепочке рассматривается как потребитель (так называемый внутренний потребитель).

8. Осознание всеми сотрудниками того, что целью процессов является выполнение требований потребителя как внутреннего, так и внешнего.

9. Закрепление пожелания потребителя как меры качества.

10. Постоянное улучшение всех без исключения процессов на предприятии.

11. Постоянное применение всеми сотрудниками новых технологий и методов обеспечения качества.

12. Инжиниринг качества, т. е. организация разработки продуктов на основе учета требований потребителей.

13. Тщательный учет и анализ затрат на дефектную продукцию, услуги.

14. Основной упор в управлении — на предупредительные меры, предотвращающие дефекты.

15. Командная работа и ответственность менеджеров.

16. Особые обязательства высшего управленческого персонала по руководству предприятием (лидерство в области качества).

17. Осознание высшим руководством предприятия задачи повышения качества как цели предпринимательства.

18. Сосредоточение усилий высшего руководства предприятия на создании стратегии предпринимательства и корпоративной культуры организации.

В настоящее время большинство компаний в развитых странах, работающих как в сфере производства, так и в сфере услуг, руководствуются принципами TQM.

2.5. Принципы построения систем менеджмента качества

Идеология построения систем менеджмента качества, изложенная в стандартах серии ИСО 9000 версии 2000 года, базируется на 8 принципах.

Принцип 1. Ориентация на потребителя.

Организации зависят от своих потребителей, поэтому должны понимать их настоящие и будущие запросы, выполнять их пожелания и стремиться превзойти их ожидания. Это значит, что

сущность, бизнеса, его направленность и шансы на успех определяет не то, что предприятие думает о своей продукции или услуге, а то, что потребитель думает о своей покупке. И если хозяин, скажем, завода технологической оснастки и инструмента осознает, что «миллион четвертьдюймовых сверл был продан не потому, что людям нужны были такие сверла, а потому, что им были необходимы четвертьдюймовые дырки», то есть надежда, что производимые им сверла удовлетворят потребителя. Ориентация на потребителя предполагает перестройку сознания на точку зрения другой стороны. В этом отношении показательны слова владельца одной из парфюмерно-косметических фирм: «На фабрике мы производим косметические изделия, а в магазинах продаем надежду...».

Преимуществами реализации этого принципа являются:

- рост прибылей производителей и их доли на рынках за счет гибкости и быстрой реакции на желания потребителей;
- повышение престижа организации.

Принцип 2. Роль руководства в системе менеджмента качества.

Руководители добиваются выполнения цели организации путем создания внутренней среды, в которой работники полностью вовлекаются в решение задач организации. То есть управление качеством связано с перестройкой сознания руководителей. По мнению профессора К. Исикавы, «если случаются ошибки, то от двух третьих до четырех пятых ответственности лежит на руководителе».

К преимуществам реализации этого принципа относятся:

- определение целей и планирование;
- выделение приоритетных целей и задач;
- повышение ответственности руководства за результаты деятельности;
- ориентация и мотивация персонала на выполнение единых целей и задач.

Принцип 3. Вовлечение работников в функционирование системы менеджмента качества.

Работники всех уровней составляют основу организации, причем полное их вовлечение в деятельность по качеству позволяет использовать способности каждого с максимальной выгодой.

Управление качеством — коллективная деятельность, требующая совместных усилий. Это означает, что те, кто занимается маркетингом, планированием, исследованиями, проектированием, и те, кто непосредственно занят в производстве, а также отдел сбыта, экономические службы, юристы, отдел кадров и т. д. — все без исключения должны быть причастны к подобной деятельности. При этом во всех службах и на всех организационных уровнях должны быть определены обязанности и полномочия в отношении как общих, так и конкретных работ по качеству: их объем и технология (методы, правила) реализации программы действий, а также степень свободы действий персонала в рамках его должностной компетенции. Последнее обстоятельство представляется весьма важным, так как является предпосылкой для творчества и активного участия работников в процессах управления качеством. Кроме того, в наше время, когда персонал (в том числе и рабочие) имеет хорошее образование, специальную подготовку и обладает достаточно высоким уровнем общественного самосознания, такой подход представляется наиболее эффективным.

К преимуществам реализации принципа относятся:

- стремление персонала к участию в постоянном улучшении деятельности организации;
- повышение ответственности персонала за результаты своей деятельности;
- рост заинтересованности персонала в успехах организации и своей причастности к решению общих задач.

Принцип 4. Процессный подход.

Желаемый результат достигается быстрее, если управлять всеми ресурсами и видами деятельности как процессами, т. е. как совокупностью последовательных действий. При этом качество должно быть заложено в каждый процесс. Такой подход позволяет:

- выявлять приоритетные направления развития организации;
- прогнозировать результаты деятельности;
- оценивать возможности ее улучшения;
- более эффективно использовать ресурсы, снижать затраты на производство и сокращать время производственного цикла.

Принцип 5. Системный подход к менеджменту.

Сюда входят определение, понимание и менеджмент системы взаимосвязанных процессов в целях достижения большей результативности и эффективности организации.

К преимуществам данного принципа относятся:

- установление взаимосвязей между процессами системы;
- выявление процессов, которые наилучшим образом приводят к достижению желаемых результатов;
- концентрация усилий на наиболее важных процессах;
- непрерывное улучшение процессов посредством измерений, оценок и последующих модернизаций.

Принцип 6. Постоянное улучшение.

Постоянное улучшение — неизменная цель организации.

Использование этого принципа позволяет:

- повышать конкурентоспособность;
- быстро реагировать на появление прогрессивных разработок, методов и технологий и внедрять их в соответствии с возможностями организации;
- повышать профессионализм персонала, обучая его методам и средствам постоянного улучшения.

Принцип 7. Принятие решений, основанных на фактах.

Эффективные решения базируются на логическом или интуитивном анализе фактических данных и информации.

Преимущества:

- возможность получать достоверные данные и информацию;
- принятие решений, основанных на достоверной информации;
- обеспечение доступности информации для персонала;
- подготовка персонала, способного анализировать факты и принимать решения на их основе.

Принцип 8. Взаимовыгодные отношения с поставщиками.

Способность организации создавать ценности повышается при взаимовыгодных отношениях с поставщиками. Преимущества:

- оптимизация ресурсов и затрат;

- гибкость и быстрота совместных согласованных откликов на изменяющиеся потребности рынка;
- возросшая возможность для обеих сторон создавать ценности в результате согласованных действий и взаимовыгодных расчетов.

Система управления качеством в соответствии с ИСО 9001:2000 включает в себя три составляющие, которые лежат в основе технических, управленческих и организационных методов, обеспечивающих функционирование и развитие системы качества, а именно

- **обеспечение качества;**
- **управление качеством;**
- **улучшение качества.**

Стандарты ИСО 9000:2000 делают явный акцент на требования постоянного улучшения, а цикл **PDCA** «планирование — осуществление — проверка (контроль) — действие» (цикл, предложенный Вальтером Шухартом в 1920 году, популярен и в настоящее время под названием «цикл Деминга») является неотъемлемой их частью (см. рисунок 1.).



Рисунок 1 - Цикл Деминга (PDCA)

Основное отличие версии 2000 г. от версии 1994 г. заключается в том, что система менеджмента качества основана не на бизнес-функциях (элементах качества), а на бизнес-процессах предприятия. Международный стандарт ИСО 9001 «поощряет применение процессного подхода в управлении организацией и ее процессами, а также рассматривает его как способ быстрого выявления и реализации возможностей для улучшения». Согласно

ИСО 9001 система менеджмента качества представлена взаимосвязанными блоками процессов (вместо элементов системы качества, предусмотренных предыдущей версией стандартов). Модель системы качества в предыдущей версии – «петля качества» (этапы жизненного цикла продукции) заменена в новой версии ИСО 9001 на модель менеджмента качества, основанной на процессном подходе.

При этом деятельность организации рассматривается как управляемый процесс, в котором входные материальные и информационные потоки преобразуются в выходные потоки продукции.

Преимущество процессного подхода состоит в непрерывности управления, которое обеспечивается на стыке отдельных процессов в рамках их системы.

Основные виды процессов, рассматриваемых в стандартах серии ИСО 9000, представлены на рисунке 2.



Рисунок 2 - Виды процессов

В соответствии с требованиями стандартов серии ИС 9000 (для создания системы менеджмента качества (СМК) организация должна:

- определить процессы, необходимые для СМК, и их применение во всей организации;
- определить последовательность и взаимосвязь процессов;
- определить критерии и методы, необходимые для обеспечения результативности, как при осуществлении, так и при управлении этими процессами;

- обеспечить наличие ресурсов и информации, необходимых для поддержки этих процессов;
- осуществлять мониторинг, измерение и анализ процессов;
- предпринимать меры (действия) для достижения запланированных результатов и постоянного улучшения этих процессов.

Формулировки целей должны быть соответствовать SMART принципу, т.е. должны быть:

конкретными (Specific - понятными всем, кто вовлечен в процесс их достижения);

измеримыми (Measurable - иметь возможность быть выраженными в цифрах, чтобы понять, в какой момент цель можно считать достигнутой, и оценить результат);

согласованными (Accordant - с миссией компании, с политикой и между собой, а также с интересами тех, кому предстоит их выполнять);

достижимыми (Realistic – выполнимыми в течение планируемых сроков с использованием отведенных для этого ресурсов);

определенными во времени (Time bounded – возможность установления стандартов контроля, определенность временных рамок как для конечного результата, так и для промежуточного).

Цели в области качества должны постоянно совершенствоваться и охватывать всю организацию, содержать указания об ответственных лицах и сроках достижения. Цели организации по качеству должны быть доведены до сведения всех работников и обеспечены соответствующими ресурсами.

Цели в области качества могут устанавливаться в виде программы качества организации, мероприятий по повышению качества либо других программных документов, которые традиционно разрабатывает предприятие, содержащих разделы по повышению качества, техническому переоснащению предприятия, внедрению прогрессивных технологий, повышению квалификации персонала, совершенствованию взаимодействия с поставщиками, удовлетворению требований потребителей.

ГЛАВА 3. УПРАВЛЕНИЕ ИННОВАЦИЯМИ (ИННОВАЦИОННЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ)

3.1. Методология QFD (Quality Function Deployment)

Объектами управления в государственных, акционерных и частных организациях (фирмах) являются направления инновационной деятельности, связанные с процессами создания, освоения, производства и коммерциализации новых потребительских ценностей, их распространением и использованием в качестве готовых продуктов, прогрессивных технологий и услуг. Инновации, с позиций теории управления, способствуют достижению стратегической цели организации более рациональными и эффективными средствами. В динамичной рыночной среде обитания и функционирования для реализации долгосрочных и перспективных планов, для успешного проведения своей политики в сфере качества, а также для сохранения своего имиджа, организации должны непрерывно обновляться.

Управление инновациями тесно связано (а, по сути, является одной из обязательных стадий или этапом) управления качеством конкретных систем, процессов, устройств. Управление инновациями, как правило, касается внедрения новой технологии, новых инженерных решений, новых условий труда и производственных отношений. Управление инновациями осуществляют инженеры и технологи, основными задачами которых является достижение более высоких показателей выпускаемой продукции. В то время как, в задачи менеджеров по качеству входят мероприятия по обеспечению доказательства того, что объявленное (декларированное) качество продукции выполняется, что в организации разработан и поддерживается комплекс мер, гарантирующий стабильность уровня качества выпускаемой продукции. Качество — это способность продукции удовлетворять требования потребителя. И если мы стремимся к качеству, то необходимо признать, что единственный способ его достичь — руководствоваться запросами и ожиданиями потенциальных потребителей продукции уже на самых ранних стадиях ее жизненного цикла, т. е. при проектировании и разработке (модернизации). Насыщение рынка товарами и услугами и как следствие усиление конкуренции среди производителей ставят перед ними задачу глубокого исследования

запросов потребителей и воплощения их пожеланий в создаваемых образцах продукции, внедряя те или иные новшества и инновации.

Процесс решения этой задачи включает в себя следующие обязательные этапы:

- идентификация ожиданий потребителей, их ранжирование по степени важности и выделение среди них основных, которые могут быть воплощены в создаваемую продукцию с наивысшим приоритетом по степени удовлетворенности потребителя;
- исследование возможности решения поставленных технических задач с наименьшими затратами на воплощение в продукции;
- разработка новых инновационных технологий для успешной реализации оригинальных запросов потребителей;
- обоснование бизнес - процессов самой организации, нуждающиеся в переделке, начиная с того времени как продукция будет запущена в производство;
- планирование и проведение испытаний вновь создаваемой продукции на инновационной основе;
- принятие решений по результатам исследований и испытаний.

В настоящее время одним из действенных инструментов непосредственного воплощения инновационного развития продукции является, так называемая, методология развертывания функции качества - **QFD (Quality Function Deployment)**. Впервые методология **QFD** была применена на судостроительных верфях города Кобе (Kobe), принадлежащих японской фирме Мицубиси (Mitsubishi), в 1972 году. Благодаря грандиозному успеху метод очень быстро распространился по всей Японии, завоевывает и Соединенные Штаты Америки, а в настоящее время все развитые страны мира, в той или иной степени, руководствуются им при внедрении инновационных подходов к развитию.

QFD (см. рисунок 1) — это формализованная процедура идентификации требований потребителя и последующего их перевода в технические характеристики будущей продукции, состоящая в последовательном и систематическом анализе априорной и статистической информации и принятии по

результатам анализа решений по созданию продукции с новыми более совершенными свойствами и характеристиками.

Важно, чтобы вновь создаваемая продукция и ее характеристики отвечали потребностям потребителей. В процессе проектирования взвешенные суждения потенциальных потребителей, если они отражают реальные предпочтения рынка, служат маяками, указывающими направление усилий проектировщиков относительно каждого существенного фактора. Иногда из мнений потребителей можно извлечь не только направление, но и конкретное желаемое значение. Поэтому в процессе управления инновациями необходимо опираться на научные теории и результаты, которые бы раскрывали методологию выбора и принятия решений в зависимости от вариаций характеристик бизнес – процессов.

Особый интерес, с точки зрения получения статистических данных, представляют собой данные бенчмаркинга продукции. Изучая с его помощью степень выполнения конкурентами высказанных требований потребителей в сравнении с собственными достижениями, можно не только лучше понять природу самих требований, осознать сильные и слабые стороны конкурирующих организаций, но и обнаружить реальные возможности для «прорывного» улучшения собственной продукции. Каждый из конкурентов выполняет какое-то конкретное требование потребителей в недостаточно высокой степени. Окончательное решение о необходимости изменения свойств продукции должно приниматься только после оценки важности для потребителя рассматриваемого требования и выяснения вклада изменения соответствующих характеристик продукции в прогнозируемое увеличение степени выполнения всей совокупности требований.

В целом, важно организовать аккуратный сбор мнений потенциальных потребителей будущей продукции. При этом существенно не пропустить никакие группы потребителей, могущие иметь специфические взгляды на такую продукцию. Ясно, например, что у обычных покупателей легковых автомобилей, у дилеров и сотрудников службы организации дорожного движения взгляды на автомобиль не вполне совпадают. За столетнее существование теории и практики сбора статистических данных выработано множество приемов, подходов и методов сбора

подобной информации - от непосредственного опроса до интерактивных телевизионных опросов.

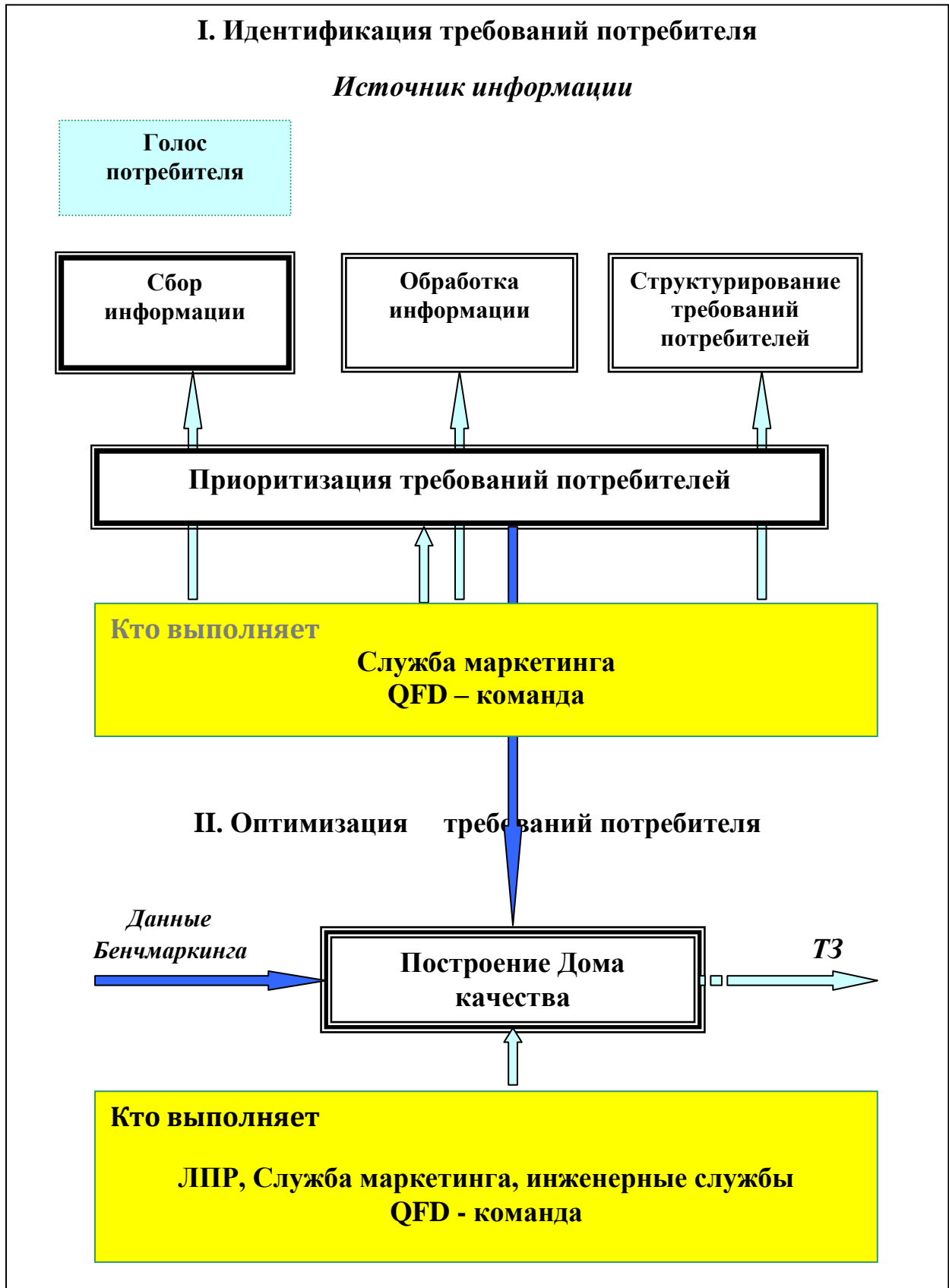


Рисунок 1 - Графическое представление процессов QFD

Данный метод представляет собой технологию проектирования изделий и процессов, позволяющую преобразовывать пожелания потребителя в технические требования к изделиям и параметрам процессов их производств

Метод **QFD** - это экспертный метод, использующий табличный способ представления данных, причем со специфической формой таблиц, которые получили название «домиков качества».

Технология **QFD** - это последовательность действий производителя по преобразованию фактических показателей качества изделия в технические требования к продукции, процессам и оборудованию.

Применение метода **QFD** позволяет учитывать требования потребителя на всех стадиях производства готовой продукции, для всех элементов системы качества организации и, таким образом, повысить степень удовлетворенности потребителя, снизить затраты на процессы проектирования и подготовки изделий к производству.

3.2. Анализ вида и последствий отказов. FMEA–анализ

По данным исследователей, около 80% всех дефектов, которые выявляются в процессе производства и использования изделий, обусловлены недостаточным качеством процессов разработки концепции изделия, конструирования и подготовки его производства. Около 60% всех сбоев, которые возникают во время гарантийного срока изделия, имеют свою причину в ошибочной, поспешной и несовершенной разработке. По данным исследовательского отдела фирмы Дженерал Моторс, США, при разработке и производстве изделия действует правило десятикратных затрат - если на одной из стадий круга качества изделия допущена ошибка, которая выявлена на следующей стадии, то для ее исправления потребуется затратить в 10 раз больше средств, чем если бы она была обнаружена во-время. Если она была обнаружена через одну стадию - то уже в 100 раз больше, через две стадии - в 1000 раз и т.д. Концепция всеобщего менеджмента качества требует изменения подхода к разработке новой продукции, поскольку ставится вопрос не просто поддержания определенного, пусть и достаточно высокого, уровня качества, а удовлетворенность потребителя.

Серьезная работа по повышению деловой культуры, которая необходима для общего подъема качества во всех звеньях, во многом касается технологий разработки и подготовки производства продукции. Для того, чтобы снизить затраты, учесть в большей степени пожелания потребителей и сократить сроки разработки и выхода на рынок продукции, применяют специальные технологии разработки и анализа разработанных изделий и процессов.

Усложнение технологий и режимов управления современными производствами, увеличение количества используемых опасных веществ требует разработки механизма получения обоснованных оценок и критериев безопасности таких производств с учетом всей совокупности социально - экономических факторов, в том числе вероятности и последствий возможных аварий.

Анализ вида и последствий отказов (**АВПО** или **Failure Mode and Effects Analysis - FMEA**) применяется для качественной оценки безопасности технических систем.

АВПО – анализ в настоящее время является одной из стандартных технологий анализа качества создаваемых изделий и проектируемых процессов. Для его реализации выработаны типовые формы представления результатов анализа и типовые правила его проведения.

Этот вид анализа может использоваться как в комбинации с функционально-стоимостным анализом (**ФСА**) или функционально-физическим анализом (**ФФА**), так и самостоятельно. Он позволяет снизить затраты и уменьшить риск возникновения дефектов.

Функционально - стоимостный анализ (ФСА) - технология анализа затрат на выполнение изделием его функций. **ФСА** проводится для существующих продуктов и процессов с целью снижения затрат, а также для разрабатываемой продукции с целью снижения ее себестоимости. Метод **ФСА** представляет собой технологию анализа затрат на выполнение изделием его функций; **ФСА** проводится для существующих продуктов и процессов с целью снижения затрат, а также для разрабатываемых продуктов с целью снижения их себестоимости.

Метод **ФСА** начал активно применяться в промышленности с 60-х годов, прежде всего в США. Его использование позволило

снизить себестоимость многих видов продукции без снижения ее качества и оптимизировать затраты на изготовление.

При проведении функционально-стоимостного анализа определяют функции элементов технического объекта или системы и проводят оценку затрат на реализацию этих функций с тем, чтобы эти затраты снизить.

Функционально - физический анализ (ФФА) - технология анализа качества предлагаемых проектировщиком технических решений, принципов действия изделия и его элементов, ФФА проводится для разрабатываемых продуктов и процессов.

Функционально-физический анализ был создан в 70-е годы в результате работ, параллельно проводившихся учеными Германии (профессор Колер) и СССР (школа профессора Половинкина).

Целью **ФФА** является анализ физических принципов действия, а также технических и физических противоречий в технических объектах для того, чтобы оценить качество принятых технических решений и предложить новые.

АВПО – анализ, в отличие от **ФСА**, не анализирует прямо экономические показатели, в том числе затраты на недостаточное качество, но он позволяет выявить именно те дефекты, которые обуславливают наибольший риск для потребителя, определить их потенциальные причины и выработать корректировочные мероприятия по их исправлению еще до того, как эти дефекты проявятся и, таким образом, предупредить затраты на их исправление.

Как правило, **АВПО** - анализ проводится не для существующей, а для создаваемой продукции или процесса. **АВПО** - анализ конструкции рассматривает риски, которые возникают у внешнего потребителя, а **АВПО** -анализ процесса — у внутреннего потребителя.

АВПО – анализ процессов может проводиться для:

- процессов производства продукции;
- бизнес – процессов (документооборота, финансовых процессов и т.д.);
- процессов эксплуатации изделия потребителем.

Последний вид анализа процесса удобно проводить на стадии разработки концепции изделия перед проведением **АВПО** - анализа конструкции.

АВПО - анализ процесса производства обычно производится у изготовителя ответственными службами планирования производства, обеспечения качества или производства с участием соответствующих специализированных отделов изготовителя и, при необходимости, потребителя. Проведение **АВПО** - процесса производства начинается на стадии технической подготовки производства и заканчивается своевременно до монтажа производственного оборудования. Целью **АВПО** - анализа процесса производства является обеспечение выполнения всех требований по качеству запланированного процесса производства и сборки путем внесения изменений в план процесса для технологических действий с повышенным риском.

АВПО - анализ бизнес-процессов обычно производится в том подразделении, которое выполняет этот бизнес — процесс. В его проведении, кроме представителей этого подразделения, обычно принимают участие представители службы обеспечения качества, представители подразделений, являющихся внутренними потребителями результатов бизнес-процесса и подразделений, участвующих в соответствии с матрицей ответственности в выполнении стадий этого бизнес-процесса. Целью этого вида анализа является обеспечение качества выполнения спланированного бизнес-процесса. Выявленные в ходе анализа потенциальные причины дефектов и несоответствий позволят хотя бы «начерно» определить, почему система неустойчива. Выработанные корректировочные мероприятия должны обязательно предусматривать внедрение статистических методов регулирования, в первую очередь на тех операциях, для которых выявлен повышенный риск.

АВПО - анализ конструкции может проводиться как для разрабатываемой конструкции, так и для существующей. В рабочую группу по проведению анализа обычно входят представители отделов разработки, планирования производства, сбыта, обеспечения качества, представители опытного производства. Целью анализа является выявление потенциальных дефектов изделия, вызывающих наибольший риск потребителя и внесение изменений в конструкцию изделия, которые бы позволили снизить такой риск.

АВПО – анализ процесса эксплуатации обычно проводится в том же составе, как и **АВПО** – анализ конструкции. Целью

проведения такого анализа служит формирование требований к конструкции изделия, обеспечивающих безопасность и удовлетворенность потребителя, т.е. подготовка исходных данных, как для процесса разработки конструкции, так и для последующего **АВПО** – анализа конструкции.

Технология проведения АВПО – анализа

АВПО – анализ включает два основных этапа:

- этап построения компонентной, структурной, функциональной и потоковой моделей объекта анализа;
- этап исследования моделей.

На втором этапе определяются:

1) потенциальные дефекты для каждого из элементов компонентной модели объекта. Такие дефекты обычно связаны или с отказом функционального элемента (его разрушением, поломкой и т.д.) или с некорректным использованием элементов конструкции. Здесь необходимо также рассматривать потенциальные дефекты, которые могут возникнуть при транспортировке, хранении, а также при изменении внешних условий (влажность, давление, температура).

Для выявления потенциальных причин дефектов могут быть использованы диаграммы Ишикавы, которые строятся для каждой из функций объекта, связанных с появлением дефектов;

2) потенциальные последствия дефектов для потребителя. Поскольку каждый из рассматриваемых дефектов может вызвать цепочку отказов в объекте, при анализе последствий используются структурная и потоковая модели объекта;

3) возможности выявления дефектов средствами контроля. Определяется, может ли дефект быть выявленным до наступления последствий в результате предусмотренных в объекте мер по контролю, диагностике, самодиагностике и др.;

4) характер тяжести последствий для потребителя (В). Это — экспертная характеристика, оцениваемая обычно по **10**-ти балльной шкале, наивысший балл которой выставляется, когда последствия дефекта влекут юридическую ответственность;

5) параметр частоты возникновения дефекта (А). Это — также экспертная оценка, оцениваемая по **10**-ти балльной шкале, наивысший балл которой выставляется, когда оценка частоты возникновения отказа составляет 1/4 и выше;

6) параметр вероятности не обнаружения дефекта (E). Он также оценивается по **10**-ти балльной шкале с наивысшим баллом для «скрытых» дефектов, которые не могут быть выявлены до наступления последствий;

7) параметр риска потребителя (RPZ). Он определяется как произведение $B \times A \times E$. Этот комплексный показатель технологии АПН – анализа. Дефекты с наибольшим коэффициентом приоритета риска (RPZ больше, либо равно **100...120**) подлежат устранению в первую очередь.

Результаты **АВПО** – анализа заносятся в специальную таблицу. Выявленные «узкие места», — компоненты объекта, для которых RPZ будет больше **100...120**, — подвергаются изменениям, то есть разрабатываются корректирующие мероприятия.

Рекомендуется рассматривать «направления воздействия» корректировочных мероприятий в следующей последовательности:

- Исключить причину возникновения дефекта. При помощи изменения конструкции или процесса уменьшить возможность возникновения дефекта (уменьшается параметр A).
- Воспрепятствовать возникновению дефекта. При помощи статистического регулирования помешать возникновению дефекта (уменьшается параметр A).
- Снизить влияние дефекта. Снизить влияние проявления дефекта на заказчика или последующий процесс с учетом изменения сроков и затрат (уменьшается параметр B).
- Облегчить и повысить достоверность выявления дефекта. Облегчить выявление дефекта и последующий ремонт (уменьшается параметр E).

По степени влияния на повышение качества процесса или изделия корректировочные мероприятия располагаются следующим образом:

- изменение структуры объекта (конструкции, схемы и т.д.);
- изменение процесса функционирования объекта (последовательности операций и переходов, их содержания и др.);
- улучшение системы качества.

Часто разработанные мероприятия заносятся в последующую графу таблицы **АВПО** – анализа. Затем пересчитывается потенциальный риск **RPZ** после проведения корректировочных мероприятий. Если не удалось его снизить до приемлемых пределов (малого риска **RPZ < 40** или среднего риска **RPZ < 100**), разрабатываются дополнительные корректировочные мероприятия и повторяются предыдущие шаги.

По результатам анализа для разработанных корректировочных мероприятий составляется план их внедрения.

При этом определяется:

- в какой временной последовательности следует внедрять эти мероприятия и сколько времени проведение каждого мероприятия потребует, через сколько времени после начала его проведения проявится запланированный эффект;
- кто будет отвечать за проведение каждого из этих мероприятий и кто будет конкретным его исполнителем;
- где (в каком структурном подразделении организации) они должны быть проведены;
- из какого источника будет производиться финансирование проведения мероприятия (статья бюджета предприятия, другие источники).

В настоящее время **АВПО** – анализ широко применяется в Японии, США, в странах ЕС.

При внедрении систем качества по стандартам ИСО 9000 требуется, чтобы производитель внедрял методы анализа проектных решений, причем такому анализу должны подвергаться как входные данные проекта, так и выходные. Поэтому предприятия, создающие или развивающие системы качества, обязательно применяют либо типовые технологии анализа (**ФСА**, **FMЕА**, **ФФА**), либо используют собственные технологии с аналогичными возможностями. Использование типовых технологий предпочтительно, поскольку результаты понятны не только производителю, но и потребителю, и в полной мере выполняют функцию доказательств качества. Технологии качества **QFD**, **ФФА**, **ФСА** и **FMЕА** составляют основу методологии TQM.

ГЛАВА 4. ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕОРИИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА И ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРОДУКЦИИ

Сложный характер современной экономики и уровень предъявляемых к ней требований предполагает использование различных методов анализа ее теоретических и практических проблем и в первую очередь качества продукции производственных процессов и оказываемых услуг. В последнее время при решении экономических различных задач используются математические методы. Математическое моделирование все чаще используется в качестве одного из основных и наиболее эффективных методов оценки качества производства, экономических процессов и образцов продукции. Таким образом, современную экономику невозможно представить без математического анализа экономических задач.

Данная тенденция подтверждается также тем, что начиная с 1969 года, как правило, за экономико-математические исследования присуждается премия по экономическим наукам памяти Альфреда Нобеля, которая неофициально называется Нобелевской премией по экономике. Условия присуждения этой премии аналогичны условиям присуждения иных нобелевских премий.

Теория массового обслуживания является одним из важных разделов экономико-математического моделирования.

Теория массового обслуживания — раздел теории вероятностей, целью исследований которого является рациональный выбор структуры системы обслуживания и процесса обслуживания на основе изучения потоков требований на обслуживание, поступающих в систему и выходящие из неё, длительности ожидания и длины очередей [1].

В борьбу за клиента в современной экономике вкладываются огромные средства. По оценкам экономистов, завоевание фирмой нового клиента обходится ей в 6 раз дороже, чем удержание существующих покупателей. А если клиент ушел неудовлетворенным, то на его возвращение приходится потратить в 25 раз больше средств [2]. В большинстве случаев подобная неудовлетворенность клиента вызвана или предложением некачественной продукции, или неэффективной организацией

обслуживания клиентов. Например, слишком долгим ожиданием в очереди, отказом в обслуживании, недостаточным числом мест для ожидания и т.д. Использование теории массового обслуживания при оценке эффективности организации работы по оказанию услуг позволяет руководству фирмы обеспечить качественное обслуживание клиентов.

Основоположником теории массового обслуживания считается датский ученый А. К.Эрланг. Являясь сотрудником Копенгагенской телефонной компании, он опубликовал в 1909 году работу «Теория вероятностей и телефонные переговоры», в которой решил ряд задач по теории систем массового обслуживания с отказами.

Значительный вклад в создание и разработку общей теории массового обслуживания внесли выдающийся советский математик А.Н.Колмогоров, Б.В.Гнеденко и А.Я. Хинчин, который и предложил сам термин ***теория массового обслуживания***. В зарубежной литературе чаще используется термин ***теория очередей***.

При организации многих технологических процессов, бытового обслуживания, экономики и финансов важную роль играют системы специального вида, реализующие многократное выполнение однотипных задач. Подобные системы называют ***системами массового обслуживания (СМО)***.

Системы массового обслуживания — это такие системы, в которые в случайные моменты времени поступают заявки на обслуживание, при этом поступившие заявки обслуживаются с помощью имеющихся в распоряжении системы каналов обслуживания.

В финансово-экономической сфере деятельности в качестве систем массового обслуживания можно рассматривать банки, страховые компании, налоговые инспекции, аудиторские и консалтинговые компании и т.д.

В сфере производства и обслуживания в качестве систем массового обслуживания можно рассматривать различные *системы связи, погрузочно-разгрузочные комплексы (порты, товарные станции) и логистические центры, автозаправочные станции и станции технического обслуживания автомобилей, супермаркеты и кинотеатры, парикмахерские, мастерские по ремонту различной бытовой техники, больницы и т.д.*

Такие системы как компьютерные сети, системы сбора, хранения и обработки информации, автоматизированные производственные участки и, в военной области, системы противовоздушной или противоракетной обороны также **могут рассматриваться как своеобразные СМО.**

Как известно, каждая СМО имеет в своем составе один или несколько узлов обслуживания (узлов, касс, станков, приборов, автозаправочных станций), которые называют каналами обслуживания. Роль каналов обслуживания могут выполнять люди, осуществляющие различные действия (кассиры, операторы, продавцы, парикмахеры и т.д.), а также технические системы, такие как линии связи, автомобили, станки, железнодорожные пути, бензоколонки и т.д.

Во всякой СМО можно выделить следующие *основные элементы*:

- ◆ *входящий поток заявок;*
- ◆ *очередь (дисциплина очереди);*
- ◆ *каналы обслуживания (механизм обслуживания);*
- ◆ *выходящий поток обслуженных заявок.*

Каждая СМО предназначена для обслуживания (выполнения) некоторого **потока заявок (или требований, событий)**, поступающих на вход системы большей частью не регулярно, а в случайные моменты времени. Обслуживание заявок, в общем случае, также длится не постоянное, заранее известное, а случайное время. После обслуживания заявки канал освобождается и готов к приему следующей заявки.

Потоком событий (в данном случае, заявок) называют последовательность событий, наступающих одно за другим в какие-то заранее неизвестные, случайные моменты времени.

Случайный характер потока и времени их обслуживания приводит к неравномерной загруженности СМО. В некоторые промежутки времени на входе СМО могут скапливаться не обслуженные заявки (они либо становятся в очередь, либо покидают систему не обслуженными), т.е. снижается качество оказания услуг (клиент затрачивается больше времени на получение услуги), в другие же периоды при наличии свободных каналов на входе СМО заявок не будет, что приводит к недогрузке системы и простоям каналов, т.е. к её не эффективной работе и соответственно избыточным финансовым затратам.

Предметом исследования теории массового обслуживания являются вероятностные модели физических систем обслуживания (т.е. СМО), в которых в случайные и не случайные моменты времени появляются заявки на обслуживание и имеются устройства на обработку данных заявок.

Целью теории массового обслуживания является разработка рекомендаций по рациональному построению СМО, организации их работы и регулированию потока заявок с целью обеспечения высокой эффективности функционирования СМО.

Для достижения указанной цели должна быть решена задача определения показателей эффективности, рассматриваемой системы массового обслуживания.

Показатель эффективности - это количественная мера эффективности, определяющая степень соответствия результатов функционирования СМО целям (задачам), стоящим перед системой:

Для оценки эффективности функционирования СМО обычно используются следующие три основные группы (обычно средних) показателей:

1. Показатели эффективности использования СМО:

- абсолютная пропускная способность СМО – среднее число заявок, которое может обслужить СМО в единицу времени;
- относительная пропускная способность СМО – отношение среднего числа заявок, обслуживаемых СМО в единицу времени, к среднему числу поступивших заявок за это время;
- средняя продолжительность периода занятости СМО;
- коэффициент использования СМО – средняя доля времени, в течение которого СМО занята обслуживанием заявок.

2. Показатели качества обслуживания заявок:

- среднее время ожидания заявки в очереди;
- среднее время пребывания заявки в СМО;
- вероятность отказа заявке в обслуживании без ожидания;

- вероятность того, что поступившая заявка немедленно будет принята к обслуживанию;
- закон распределения времени ожидания заявки в очереди;
- закон распределения времени пребывания заявки в СМО;
- среднее число заявок, находящихся в очереди;
- среднее число заявок, находящихся в СМО.

3. Экономические показатели эффективности.

Экономические показатели характеризуют СМО с точки зрения её эксплуатационных свойств (например, средний доход, приносимый СМО в единицу времени, стоимость потерь из-за ухода заявки клиента из системы и т.п.). Эта группа показателей оказывается полезной в тех случаях, когда некоторый доход, получаемый от обслуживания заявок клиентов и затраты на обслуживание измеряются в одних и тех же единицах. Эти показатели обычно носят вполне конкретный характер и определяются спецификой СМО, обслуживаемых заявок и дисциплиной обслуживания.

Первые две группы показателей характеризуют СМО с точки зрения потребителей, а третья группа – описывает СМО с точки зрения её эксплуатационных свойств.

Выбор показателей для оценки эффективности конкретной СМО определяется как особенностями системы (ее типами), назначением, так и задачами проводимого исследования.

Каждая СМО в зависимости от своих параметров: характера потока заявок, числа каналов обслуживания и их производительности, а также от правил организации работы, обладает определенной **эффективностью функционирования** (пропускной способностью), позволяющей ей более или менее успешно справляться с потоком заявок.

Случайный характер потока заявок и длительности их обслуживания порождает в СМО **случайный процесс**.

Случайным процессом $X(t)$ называется процесс, значение которого при любом значении аргумента t является случайной величиной.

Поэтому **случайным процессом в СМО** можно назвать соответствие, при котором каждому значению аргумента (в данном

случае – моменту из промежутка времени проводимого опыта) ставится в соответствие случайная величина (в данном случае – состояние СМО).

Для решения задач теории массового обслуживания необходимо изучить случайный процесс, протекающий в СМО, т.е. необходимо построить и проанализировать его математическую модель. Математический анализ работы СМО существенно упрощается, если этот случайный процесс удовлетворяет определенным условиям.

Для исследования СМО используется математический аппарат моделирования стохастических систем.

Случайные процессы, протекающие в СМО, как правило, представляют собой процессы с непрерывным временем. Это обусловлено тем, что входной потока заявок имеет случайный характер.

Для построения математической модели СМО необходимо задать:

- ***входящий поток требований***, или, иначе говоря, моменты поступления требований в систему. Первопричину требований называют источником;
- ***систему обслуживания***, состоящую из накопителя и канала обслуживания. Каждое требование должно поступить на один из каналов, чтобы пройти обслуживание. Может оказаться, что требованиям придется ожидать, пока каналы освободятся. В этом случае требования находятся в накопителе, образуя одну или несколько очередей. Переход требования из накопителя в канал обслуживания происходит мгновенно;
- ***время обслуживания*** требования каждым каналом;
- ***дисциплину ожидания***, т. е. совокупность правил, регламентирующих количество требований, находящихся в один и тот же момент времени в системе;
- ***дисциплину обслуживания***, т. е. совокупность правил, в соответствии с которыми требование выбирает канал, которым оно будет обслужено;
- ***дисциплину очереди***, т.е. совокупность правил, в соответствии, с которыми требование отдает предпочтение той или иной очереди (если их несколько) и располагается в выбранной очереди.

Графически модель СМО обычно представляется в виде схемы, которая называется графом состояний и переходов. Граф состояний - это схема, отражающая переход системы из состояния в состояние, в которой вершины графа соответствуют состояниям, а связи (стрелки) - переходам из i -го состояния в j -е состояние. Каждый переход характеризуется вероятностью перехода P_{ij} . Вероятность P_{ij} показывает, как часто после попадания в i -е состояние осуществляется затем переход в j -е состояние. Такие переходы происходят случайно, но если измерить частоту переходов за достаточно большое время, то эта частота будет совпадать с заданной вероятностью перехода. При этом у каждого состояния сумма вероятностей всех переходов (исходящих стрелок) из него в другие состояния должна быть всегда равна 1. Граф состояний и переходов называется размеченным, если на стрелках отмечены интенсивности соответствующих потоков событий переводящих систему из состояния в состояние.

Системы массового обслуживания делятся на типы (или классы) по ряду признаков.

По числу каналов СМО подразделяют на **одноканальные** (когда имеется один канал обслуживания) и **многоканальные**, точнее n - каналные (когда количество каналов $n \geq 2$).

При этом предполагается, что каждый канал одновременно может обслуживать только одну заявку и, если не оговорено специально, каждая находящаяся под обслуживанием заявка обслуживается только одним каналом.

Многоканальные СМО могут состоять из однородных, либо из разнородных каналов, которые отличаются длительностью обслуживания одной заявки. Время обслуживания каналом одной заявки $T_{об}$ можно считать непрерывной случайной величиной. В тоже время при условии абсолютной однородности поступающих заявок и каналов время обслуживания может быть и величиной постоянной ($T_{об} = const$).

По количеству этапов обслуживания СМО делятся на **однофазные и многофазные** системы.

Если каналы СМО однородны, т.е. выполняют одну и ту же операцию обслуживания, то такие СМО называются **однофазными**. Если каналы обслуживания расположены последовательно и они неоднородны, так как выполняют различные операции обслуживания (т.е. обслуживание состоит из нескольких

последовательных этапов или фаз), то СМО называется **многофазной**.

В качестве примера многофазной СМО можно привести технологический процесс изготовления изделия. Технологический процесс изготовления изделия (детали) из сырья, происходит в результате выполнения отдельных технологических операций (входной контроль сырья и материалов, подготовка сырья для формования, формование песчаных элементов,, токарная обработка, окончание процесса изготовления детали).

По дисциплине обслуживания СМО подразделяют на три класса:

Первый. СМО с отказами, в которых заявка, поступившая на вход СМО в момент, когда все каналы заняты, получает «отказ» и покидает СМО («пропадает»). Чтобы эта заявка все же была обслужена, она должна снова поступить на вход СМО и рассматриваться при этом как заявка, поступившая впервые.

Примером СМО с отказами может служить работа ресепшена любой фирмы: если набранный телефонный номер (заявка, поступившая на вход) занят, то заявка получает отказ, и, чтобы дозвониться по этому номеру, следует его набрать еще раз (в этом случае заявка поступившая на ресепшен, рассматривается как новая).

Второй. СМО с ожиданием (неограниченным ожиданием или очередью). В таких системах заявка, поступившая в момент занятости всех каналов, становится в очередь и ожидает освобождения канала, который примет ее к обслуживанию. Каждая заявка, поступившая на вход, всегда будет обслужена.

Подобные системы с ожиданием часто встречаются в торговле, в сфере бытового и медицинского обслуживания, на промышленных предприятиях (например, обслуживание станков ремонтной бригадой).

Третий. СМО смешанного типа (с ограниченным ожиданием). Это такие системы, в которых на пребывание заявки в очереди накладываются некоторые ограничения.

Эти ограничения могут накладываться на **длину очереди**, т.е. задается максимально возможное число заявок, которые одновременно могут находиться в очереди. В качестве примера такой системы можно привести станцию по техническому обслуживанию (ремонту) автомобилей, имеющую ограниченную

по размерам стоянку для неисправных машин, ожидающих ремонта.

Ограничения ожидания могут касаться **времени пребывания заявки в очереди**, по истечению которого она выходит из очереди и покидает систему, либо касаться **общего времени пребывания заявки в СМО** (т.е. суммарного времени пребывания заявки в очереди и времени её обслуживания).

В системах с ожиданием и в системах смешанного типа применяются различные схемы обслуживания заявок из очереди. Обслуживание может быть **упорядоченным**, когда заявки из очереди обслуживаются в порядке их поступления в систему, и **неупорядоченным**, при котором заявки из очереди обслуживаются в случайном порядке. Иногда применяется **обслуживание с приоритетом**, когда некоторые заявки из очереди считаются приоритетными и поэтому обслуживаются в первую очередь.

По ограничению потока заявок СМО подразделяются на **замкнутые и открытые**.

Если поток заявок ограничен и заявки, покинувшие систему, могут в нее возвращаться, то СМО является **замкнутой**, в противном случае – система называется **открытой**. Классическим примером замкнутой СМО служит работа ремонтной бригады наладчиков. Станки являются источниками заявок на обслуживание, и их количество ограничено, наладчики – каналы обслуживания.

После проведения ремонтных работ вышедший из строя станок снова становится источником заявок на обслуживание. В **открытой** СМО характеристики потока заявок не зависят от того, в каком состоянии находится сама система (сколько каналов занято). В **замкнутой** СМО – зависят.

По виду обслуживания СМО делятся на:

- **обыкновенные** - простые и общего вида;
- **особые** - с приоритетом, с ограниченной надежностью, с периодическим отключением и т.п.

Для **простых** СМО интервалы поступления и обслуживания заявок имеют экспоненциальное распределение.

К системам **общего вида** относятся обыкновенные СМО, в которые заявки поступают независимо друг от друга, интервалы времени между их поступлениями распределены по некоторому

произвольному закону с плотностью $\varphi(t)$ (поток Пальма), а время обслуживания случайно распределено с плотностью $\psi(t)$.

Особые СМО - это системы с приоритетами заявок, с ограниченной аппаратной надежностью, с периодическим включением и т.п.

По динамичности обслуживания СМО подразделяются на:

- **стационарные;**
- **с переходными процессами**, которые, в свою очередь, подразделяются на **устойчивые** и **неустойчивые**.

Формулы для оценки эффективности наиболее часто встречающихся систем массового обслуживания

Одноканальная СМО с отказами

Система S может находиться в двух состояниях:

S_0 — канал свободен; S_1 — канал занят.

Предельные вероятности состояний равны:

$$p_0 = \frac{\mu}{\chi + \mu}, \quad p_1 = \frac{\chi}{\chi + \mu}.$$

Относительная пропускная способность Q системы равна:

$$Q = \frac{\mu}{\chi + \mu}$$

Вероятность отказа $P_{отк}$ заявке в обслуживании

$$P_{отк} = \frac{\lambda}{\lambda + \mu}$$

Абсолютная пропускная способность

$$A = \lambda Q = \frac{\lambda \mu}{\lambda + \mu}$$

Многоканальная СМО с отказами (задача Эрланга)

Система S может находиться в n состояниях S_0, S_1, \dots, S_n ,

где S_k – состояние системы, когда в ней находится k заявок, т.е. занято k каналов.

Под воздействием входного потока заявок система последовательно переходит из любого левого состояния в соседнее с ним правое с одной и той же интенсивностью λ . Интенсивность же потока обслуживания μ , переводящая систему из любого правого состояния в соседнее с ним левое состояние, постоянно

меняется в зависимости от состояния. Если система находится в состоянии S_2 (два канала заняты), то она может перейти в состояние S_1 (один канал занят), когда закончит обслуживание, либо первый, либо второй канал. Поэтому, суммарная интенсивность их потоков обслуживания будет 2μ . Аналогично суммарный поток обслуживания, переводящий СМО из состояния S_3 (три канала заняты) в S_2 , будет иметь интенсивность 3μ , т.е. может освободиться любой из трех каналов и т.д.

Интенсивность нагрузки канала (приведенная интенсивность потока заявок) определяет среднее число заявок, приходящее за среднее время обслуживания одной заявки и равна

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}.$$

Вероятность того, что все каналы свободны, определяется по зависимости

$$P_0 = \left(1 + \rho + \frac{\rho^2}{2!} + \dots + \frac{\rho^n}{n!} \right)^{-1}$$

Вероятности нахождения системы в состояниях S_1, \dots, S_n определяются по следующим зависимостям:

$$P_1 = \rho * P_0, P_2 = \frac{\rho^2}{2!} P_0, \dots, P_n = \frac{\rho^n}{n!} P_0$$

Формулы для расчёта вероятностей $P_0 \dots P_n$ получили названия **формул Эрланга** в честь основателя теории массового обслуживания.

Вероятность отказа в обслуживании заявки - это предельная вероятность того, что все каналы системы будут заняты, определяется как

$$P_{отк} = P_n = \frac{\rho^n}{n!} P_0$$

Относительная пропускная способность — вероятность того, что заявка будет обслужена, определяется по зависимости:

$$Q = P_{обсл} = 1 - P_{отк} = 1 - \frac{\rho^n}{n!} P_0$$

Абсолютная пропускная способность:

$$A = \lambda Q = \lambda \left(1 - \frac{\rho^n}{n!} p_0 \right)$$

Среднее число занятых каналов \bar{k} - это математическое ожидание числа занятых каналов:

$$k = 0 * p_0 + 1 * p_1 + 2 * p_2 + \dots + n * p_n = \sum_{k=0}^n k * p_k$$

где p_k — предельные вероятности состояний.

Однако среднее число занятых каналов можно найти проще, если учесть, что абсолютная пропускная способность системы A есть не что иное, как интенсивность **потока обслуженных** системой заявок (в единицу времени). Так как каждый занятый канал обслуживает в среднем μ заявок (в единицу времени), то среднее число занятых каналов

$$k = \frac{A}{\mu} \quad \text{или,} \quad k = \rho \left(1 - \frac{\rho^n}{n!} p_0 \right)$$

Одноканальная система с неограниченной очередью

Система S может находиться в одном из состояний, $S_0, S_1, S_2, \dots, S_k$ по числу заявок, находящихся в СМО: S_0 — канал свободен; S_1 — канал занят (обслуживает заявку), очереди нет; S_2 — канал занят, одна заявка стоит в очереди; \dots, S_k канал занят, $(k-1)$ заявок стоят в очереди и т.д. Это процесс гибели и размножения, но с бесконечным числом состояний, в котором интенсивность потока заявок равна λ , а интенсивность потока обслуживания μ . При этом если $\rho < 1$, т.е. среднее число приходящих заявок меньше среднего числа обслуженных заявок (в единицу времени), то предельные вероятности существуют. Если $\rho \geq 1$, очередь растет до бесконечности.

Вероятность отказа равна нулю $P_{отк} = 0$, так как *при отсутствии ограничений на очередь* каждая заявка, поступившая в СМО, рано или поздно будет обслужена.

Вероятность обслуживания (вероятность того, что поступившая заявка будет принята в систему), так же как и **относительная пропускная способность Q** , равна единице: $Q = 1 - P_{отк} = 1$.

Абсолютная пропускная способность $A = \lambda Q = \lambda$, т.е. интенсивности входящего и выходящего потоков совпадают.

Среднее число заявок в системе по формуле расчета математического ожидания равно $L_{сист} = (1 - \rho) \sum_{k=1}^{\infty} k \rho^k$ при $\rho < 1$

$$L_{сист} = \frac{\rho}{1 - \rho}.$$

Среднее число заявок в очереди равно $L_{оч} = L_{сист} - L_{обсл} = \frac{\rho^2}{1 - \rho}$, где $L_{обсл} = 1 - \rho$ — среднее число обслуживаемых заявок (вероятность того, что канал занят).

Среднее время пребывания заявки в системе

$$T_{сист} = \frac{1}{\lambda} L_{сист} = \frac{\rho}{\lambda(1 - \rho)}$$

Среднее время пребывания заявки в очереди

$$T_{оч} = \frac{1}{\lambda} L_{оч} = \frac{\rho^2}{\lambda(1 - \rho)}$$

Многоканальная СМО с неограниченной очередью

Система S может находиться в одном из состояний $S_0, S_1, S_2, \dots, S_k, \dots, S_n, \dots$, нумеруемых по числу заявок, находящихся в СМО: S_0 — в системе нет заявок (все каналы свободны); S_1 — занят один канал, остальные свободны; S_2 — заняты два канала, остальные свободны; $\dots S_k$ — занято k каналов, остальные свободны; $\dots S_n$ — заняты все n каналов (очереди нет); S_{n+1} — заняты все n каналов, в очереди одна заявка; $\dots S_{n+r}$ — заняты все n каналов, r заявок стоит в очереди, и т.д. В такой системе интенсивность потока обслуживания (переводящего систему из одного состояния в другое справа налево) не остается постоянной, а по мере увеличения числа заявок в СМО от 0 до n увеличивается от величины μ до $n\mu$, так как соответственно увеличивается число каналов обслуживания. При числе заявок в СМО больше, чем n , интенсивность потока обслуживания сохраняется равной $n\mu$.

Предельные вероятности состояний определяются по зависимостям

$$p_0 = \left(1 + \rho + \dots + \frac{\rho^k}{k!} + \dots + \frac{\rho^n}{n!} + \frac{\rho^{n+1}}{n!(n-\rho)} \right)^{-1},$$

$$p_k = \frac{\rho^k}{k!} p_0, \quad (k = \overline{1, n}), \quad p_{n+i} = \frac{\rho^{n+i}}{n^i n!} p_0, \quad (i = 1, 2, \dots)$$

Вероятность отказа в обслуживании заявки $p_{отк}$ равна нулю, поскольку очередь не ограничена.

Относительная пропускная способность Q равна единице:

$$Q = p_{обс} = 1 - p_{отк} = 1$$

Абсолютная пропускная способность $A = \lambda * Q = \lambda$

Вероятность того, что заявка окажется в очереди

$$P_{оч} = \frac{\rho^{m+1}}{n!(n-\rho)} p_0$$

Среднее число занятых каналов $k = \frac{\lambda}{\mu} = \rho$

Среднее число заявок в очереди $L_{оч} = \frac{\rho^{m+1} p_0}{n * n!} \left(1 - \frac{\rho}{n} \right)^{-2}$

Среднее число заявок в системе $L_{сист} = L_{оч} + \rho$

Среднее число обслуживаемых заявок $L_{обс} = \rho$

Среднее время пребывания в очереди определяется формулой

$$T_{оч} = \frac{L_{оч}}{\lambda}$$

Среднее время пребывания в СМО определяется формулой

$$T_{смo} = \frac{L_{оч}}{\lambda} + \frac{Q}{\mu}$$

Одноканальная СМО с ограниченной очередью

На вход одноканальной СМО поступает простейший поток заявок с интенсивностью λ . Поток обслуживаний также простейший с интенсивностью μ . Максимальное число мест в очереди m .

Это означает, что непрерывно занятый канал обслуживает в среднем μ заявок в единицу времени. Заявка, поступившая в СМО в момент, когда канал занят, в отличие от СМО с отказами, не

покидает систему, а становится в очередь и ожидает обслуживания.

Поэтому заявка, пришедшая на вход СМО, в момент, когда в очереди уже стоят m заявок, получает отказ и покидает систему не обслуженной.

Система S может находиться в одном из состояний:

S_0 – канал свободен (следовательно, очереди нет);

S_1 – канал занят и очереди нет, т.е. в СМО находится (под обслуживанием) одна заявка;

S_2 – канал занят и в очереди стоит одна заявка;

.....
 S_{m+1} – канал занят и в очереди m заявок.

Предельные вероятности состояний определяются по зависимостям:

$$P_0 = \frac{1 - \rho}{1 - \rho^{m+2}},$$

$$P_k = \rho^k P_0, \quad P_{m+1} = \rho^{m+1} P_0$$

Вероятность отказа определяется вероятностью появления состояния S_{m+1} :

$$\text{при } \rho \neq 1 \quad P_{\text{отк}} = P_{m+1} = \frac{\rho^{m+1}(1 - \rho)}{1 - \rho^{m+2}}$$

$$\text{при } \rho = 1 \quad P_{\text{отк}} = P_{m+1} = \frac{1}{m + 2}$$

Относительная пропускная способность, или доля обслуживаемых заявок, поступающих в единицу времени, определяется выражением

$$Q = 1 - P_{\text{отк}}$$

$$\text{при } \rho \neq 1 \quad \frac{1 - \rho^{m+1}}{1 - \rho^{m+2}},$$

$$\text{при } \rho = 1 \quad \frac{m + 1}{m + 2}.$$

Относительная пропускная способность Q совпадает со средней долей принятых (т.е. не получивших отказ) в систему заявок среди всех поступивших, поскольку заявка, попавшая в очередь, непременно будет обслужена.

Абсолютная пропускная способность системы

$$A = \lambda Q$$

Среднее число заявок в очереди $L_{оч}$

если $\rho \neq 1$

$$L_{оч} = \frac{\rho^2 (1 - \rho^m (m + 1 - m\rho))}{(1 - \rho)(1 - \rho^{m+2})}$$

если $\rho = 1$

$$L_{оч} = \frac{m(m + 1)}{2(m + 2)}$$

Среднее время ожидания заявки в очереди $T_{оч} = \frac{L_{оч}}{\lambda}$

Многоканальная СМО с ограниченной очередью

Система S может находиться в одном из состояний

S_0 - все каналы свободны, очереди нет;

S_l - заняты l каналов ($l = \overline{1, n}$), очереди нет;

S_{n+i} - заняты все n каналов, в очереди находится i заявок ($i = \overline{1, m}$).

На вход системы поступает пуассоновский поток заявок с интенсивностью λ . Интенсивность обслуживания заявки каждым каналом равна μ .

Число мест в очереди ограничено и равно m .

Образование очереди происходит, когда в момент поступления в СМО очередной заявки все n каналов заняты, т.е. когда в системе будет находиться либо n , либо $n + 1, \dots$, либо $(n + m - 1)$ заявок.

Предельные вероятности состояний определяются по зависимостям

$$p_0 = \left(1 + \frac{\rho}{1!} + \frac{\rho^2}{2!} + \dots + \frac{\rho^n}{n!} + \frac{\rho^{n+1}}{n * n!} * \frac{1 - \left(\frac{\rho}{n}\right)^m}{1 - \rho/n} \right)^{-1}$$

$$p_k = \frac{\rho^k}{k} p_0, (k = \overline{1, n}); \quad p_{n+i} = \frac{\rho^{n+1}}{n^i n!} p_0, (i = \overline{1, m})$$

Так как эти события несовместимы, то вероятность образования очереди $P_{оч}$ равна сумме соответствующих вероятностей $P_n, P_{n+1}, \dots, P_{n+m-1}$:

$$P_{оч} = \sum_{i=0}^{m-1} P_{n+1} = \frac{\rho^n}{n!} * \frac{1 - \left(\frac{\rho}{n}\right)^m}{1 - \frac{\rho}{n}} P_0$$

Отказ в обслуживании заявки происходит, когда все m мест в очереди заняты, т.е.

$$P_{отк} = P_{n+m} = \frac{\rho^{n+m}}{n^m n!} P_0$$

Относительная пропускная способность равна

$$Q = P_{обс} = 1 - P_{отк} = 1 - \frac{\rho^{n+m}}{n^m n!} P_0$$

Абсолютная пропускная способность равна

$$A = \lambda Q = \lambda \left(1 - \frac{\rho^{n+m}}{n^m n!} P_0 \right)$$

Среднее число заявок, находящихся в очереди

$$L_{оч} = \sum_{i=1}^m i P_{n+1} = \frac{\rho^{n+1}}{n * n!} \frac{1 - \left[1 + m \left(1 - \frac{\rho}{n} \right) \right] \left(\frac{\rho}{n} \right)^m}{\left(1 - \frac{\rho}{n} \right)^2} P_0$$

Среднее число заявок, обслуживаемых СМО

$$L_{обс} = \frac{A}{\mu} = \rho \left(1 - \frac{\rho^{n+m}}{n^m n!} P_0 \right)$$

Среднее число заявок, находящихся в СМО, равно

$$L_{смo} = L_{оч} + L_{обс}.$$

Среднее время пребывания заявки в СМО и в очереди определяется формулами

$$T_{смo} = \frac{L_{оч}}{\lambda} + \frac{Q}{\mu}, \quad T_{оч} = \frac{L_{оч}}{\lambda}$$

При $\rho = n$ в формулах для расчёта предельных вероятностей состояний, вероятности образования очереди, среднего числа заявок, находящихся в очереди, и среднего числа заявок, обслуживаемых СМО, возникает неопределённость типа $0/0$.

В этом случае, для расчёта используются следующие зависимости:

$$p_0 \rightarrow p'_0 = \left(1 + \frac{n}{1!} + \frac{n^2}{2!} + \dots + \frac{n^n}{n!} + \frac{n^n}{n!} m \right)^{-1};$$

$$P_k = \frac{n^k}{k!} P'_0, (k = \overline{1, n}); \quad P_{n+1} = \frac{n^n}{n!} P'_0, (i = \overline{1, m}),$$

$$P_{оч} \rightarrow P'_{оч} = m \frac{n^n}{n!} P'_0,$$

$$L_{оч} \rightarrow L'_{оч} = \frac{n^n}{n!} * \frac{m(m+1)}{2} P'_0,$$

$$L_{обс} \rightarrow L'_{обс} = n * \left(1 - \frac{n^n}{n!} P'_0 \right)$$

Рассмотрим следующие примеры использования теории массового обслуживания для оценки качества продукции, производственных процессов и услуг

Для оценки качества производственных процессов и услуг.

1. Одноканальная СМО с отказами

В обувной мастерской срочного ремонта работает один сапожник. Мастерскую посещает 1 клиент в час. Производительность работы сапожника 1,3 заказа в час. Если сапожник занят работой, то клиент уходит в другую мастерскую.

Оценить эффективность работы мастерской.

Оценку эффективности работы мастерской проводим следующим образом.

1. По условию интенсивность входного потока $\lambda = 1$ заказ/час, а интенсивность обслуживания заявки $\mu = 1,3$ заказ/час. Тогда интенсивность нагрузки канала $\rho = \lambda/\mu = 0,769$.

2. Время обслуживания $t_{обсл} = 1/\mu = 0,769$ час.

3. Вероятность, что мастер свободен (доля времени простоя канала)

$$p_0 = \frac{\mu}{\lambda + \mu} = \frac{1,3}{1 + 1,3} = 0,565$$

То есть, ~57% времени в течение часа мастер будет свободен, а время простоя составит $t_{пр} = 33,9$ мин.

4. Доля клиентов, получивших отказ (вероятность отказа).

$$p_{отк} = 1 - p_0 = 1 - 0,565 = 0,435$$

Значит, ~43% заявок клиентов не принимаются к обслуживанию.

5. Относительная пропускная способность (доля обслуживаемых заявок, поступающих в мастерскую в единицу времени) равна:

$$Q = p_0 = 0,565$$

6. Абсолютная пропускная способность (среднее число заявок клиентов, поступающих в мастерскую в единицу времени).

$$A = Q \cdot \lambda = 0,565 \cdot 1 = 0,565 \text{ заказ/час.}$$

7. Среднее время простоя мастера.

$$t_{пр} = p_{отк} \cdot t_{обс} = 0,43 \cdot 0,769 = 0,33 \text{ час.}$$

8. Среднее число обслуживаемых заявок.

$$L_{обс} = \rho \cdot Q = 0,769 \cdot 0,565 = 0,435 \text{ шт.}$$

Таким образом, число заявок, получивших отказ в течение часа: $\lambda \cdot p_1 = \sim 0,43$ заявки в час. Номинальная производительность в мастерской: $1 / 0,769 = 1,3$ заявки в час. Фактическая производительность мастерской: $0,565 / 1 = 0,57$ заявки в час или ~57% от номинальной производительности.

2. Многоканальная СМО с отказами

2.1. В операционном зале отделения банка постоянно работают три оператора. Если посетитель входит в банк, когда все операторы заняты, он уходит. В среднем в банк в течение часа обращается 24 клиента. Среднее время обслуживания одного клиента составляет 5 минут.

Оценить эффективность работы отделения банка.

Отделение банка можно представить, как трехканальную СМО с отказами, в которой интенсивность входного потока $\lambda = 24$ чел/час = 0,4 чел/мин, интенсивность обслуживания $\mu = 1/5$ чел/мин = 12 чел/час.

Определяем $\rho = \lambda/\mu = 2$.

По формулам Эрланга рассчитываем p_k , $k = 0, 1, 2, 3$, и p_0 .

$$p_0 = \left(1 + \rho + \frac{\rho^2}{2!} + \dots + \frac{\rho^n}{n!} \right)^{-1}$$

$$p_1 = \rho * p_0, p_2 = \frac{\rho^2}{2!} p_0, p_3 = \frac{\rho^3}{n!} p_0$$

Среднее число занятых операторов равно

$$k = 0 * p_0 + 1 * p_1 + 2 * p_2 + \dots + n * p_n = \sum_{k=0}^n k * p_k$$

Среднее число занятых операторов банка, k	Вероятность того, что занято k операторов, pk	k pk
0	0,158	0
1	0,316	0,316
2	0,316	0,632
3	0,211	0,633
Σ	1,0	1,581

Среднее число занятых операторов равно 1,581.

Вероятность отказа клиенту банка в обслуживании $p_{отк} = p_3 = 0,211$. $P_{отк} = P_n = \frac{\rho^n}{n!} p_0$

Вероятность того, что клиент будет обслужен, т.е. относительная пропускная способность банка $p_{обсл} = Q = 1 - p_{отк} = 0,789$.

Абсолютная пропускная способность $A = \lambda Q = 24 \cdot 0,789 = 18,9$.

Абсолютная пропускная способность может быть рассчитана, как

$$A = \mu k = 12 \cdot 1,581 = 18,9.$$

Результаты оценки показывают, что операционисты работают достаточно хорошо. Из 100 клиентов, обратившихся в отделение банка, 79 будут обслужены.

2.2. Заявки по телефону на ресепшен фирмы поступают с интенсивностью 90 заявок в час, средняя продолжительность разговора 2 минуты.

Требуется рассчитать

-показатели эффективности работы ресепшина в случае одного телефонного номера.

-оптимальное число телефонных номеров, если в качестве показателя эффективности принять относительную пропускную способность ресепшена $\geq 0,90$.

Рассмотрим эффективность работы ресепшена фирмы в случае одного телефонного номера.

Показатели эффективности системы для случая одного телефонного номера.

Интенсивность потока заявок: $\lambda = 90$ (шт/час).

Среднее время обслуживания: $T = T_{ср.обсл} = 2$ (мин.)

Интенсивность потока обслуживаний: $\mu = \frac{1}{T} = \frac{60}{2} = 30$ (шт/час)

Относительная пропускная способность системы:

$$Q = \frac{\mu}{\lambda + \mu} = 0,25$$

Таким образом, в среднем обслуживается 25% из числа поступивших заявок.

Относительная пропускная способность многоканальной системы:

$$Q = 1 - P = \left(1 - \frac{p^n}{n!} \times P_0 \right)$$

Учитывая, что по условию задачи

$$p = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{90}{30} = 3$$

Вычисляем значение Q для различного числа каналов обслуживания

$$P_0 = \left(1 + p + \frac{p^2}{2!} + \dots + \frac{p^n}{n!} \right)^{-1}$$

$$n = 2, p = 3$$

$$P_0 = \left(1 + p + \frac{p^2}{2!} \right)^{-1} \quad Q_2 = \left(1 - \frac{p^2}{2!} \times P_0 \right) \quad Q_2 = 0,471$$

$$n = 3$$

$$P_0 = \left(1 + p + \frac{p^2}{2!} + \frac{p^3}{3!} \right)^{-1} \quad Q_3 = \left(1 - \frac{p^3}{3!} \times P_0 \right) \quad Q_3 = 0,654$$

$$n = 4$$

$$P_0 = \left(1 + p + \frac{p^2}{2!} + \frac{p^3}{3!} + \frac{p^4}{4!} \right)^{-1} \quad Q_4 = \left(1 - \frac{p^4}{4!} \times P_0 \right) \quad Q_4 = 0,794$$

$$n = 5$$

$$P_0 = \left(1 + p + \frac{p^2}{2!} + \frac{p^3}{3!} + \frac{p^4}{4!} + \frac{p^5}{5!} \right)^{-1} \quad Q_5 = \left(1 - \frac{p^5}{5!} \times P_0 \right) \quad Q_5 = 0,89$$

Для системы, содержащей пять каналов обслуживания, вероятность обслуживания будет равна $\sim 0,9$.

Абсолютная пропускная способность системы для пяти каналов

$$A = \lambda \times Q = \lambda \times \left(1 - \frac{P^n}{n!} \times P_0 \right) \quad A = \lambda \times Q_5 \quad A = 80,095$$

В результате имеем, что в предельном, стационарном режиме, при пяти телефонных номерах и заданных параметрах интенсивности потоков поступления и обработки заявок показатель эффективности, - относительная пропускная способность многоканальной системы составит 0,9, или, в среднем, из 90 поступивших заявок 80 будут удовлетворены.

3. Одноканальная СМО с неограниченной очередью

В кинотеатре работает одна касса по продаже билетов, который обслуживает в среднем двух клиентов за одну минуту.

Каждый час в среднем приходят покупать билеты 90 посетителей.

Оценить эффективность работы билетного кассы.

Для оценки эффективности следует провести анализ, имеющихся исходных данных.

Исходя из условия задачи имеем $\lambda = 90 \text{ час}^{-1} = 1,5 \text{ мин}^{-1}$, $\mu = 2 \text{ мин}^{-1}$, $\rho = \lambda/\mu = 0,75$.

Найдем вероятность того, что кассир не занимается продажей билетов

$$p_0 = 1 - \rho = 1 - 0,75 = 0,25$$

т.е. 25% времени кассир не занимается продажей билетов.

Средняя длина очереди равна

$$L_{оч} = \frac{\rho^2}{1 - \rho} = \frac{0,75^2}{1 - 0,75} = 2,25 \text{ покупателя}$$

Среднее число покупателей, находящихся у кассы, равно

$$L_{смo} = \frac{\rho}{1 - \rho} = \frac{0,75}{1 - 0,75} = 3$$

Среднее время нахождения покупателя в СМО находится как

$$T_{смo} = \frac{L_{смo}}{\lambda} = \frac{3}{1,5 \text{ мин}^{-1}} = 2 \text{ мин}$$

Таким образом, результаты оценки эффективности работы кассы показывают, что среднее время нахождения клиента в очереди составляет 2 минуты. Это вполне приемлемо.

4. Многоканальная СМО с неограниченной очередью

На железнодорожном вокзале в кассе по продаже билетов работает два окошка, в каждом из которых продаются билеты в города России и зарубежные страны.

Потоки пассажиров, приобретающих билеты по России и в зарубежные страны, можно представить, как простейшие с одинаковой интенсивностью, равной $\lambda_0 = 0,45$ пас/мин. Среднее время продажи билета пассажиру $t_{обсл} = 2$ мин.

Для повышения качества обслуживания пассажиров руководству вокзала поступило предложение уменьшить очереди пассажиров за счет создания специализированных касс. То есть сделать обе кассы специализированными: в одной продавать билеты только по России, а во второй – только в зарубежные страны.

Требуется проверить целесообразность подобного нововведения.

Проведем оценку обоих вариантов.

Существующий вариант.

Используемый вариант обслуживания пассажиров представляет собой двухканальную СМО. Для оценки эффективности работы такой системы рассчитаем ее характеристики

Интенсивность потока заявок $\lambda = 2 * \lambda_0 = 0,9$ пасс/мин; $\mu = 1$
 $t_{обсл} = 0,5$ пасс/мин; $\rho = \lambda/\mu = 1,8$;

Так как $\rho/n = 0,9 < 1$, то финальные вероятности существуют.

Вычисляем p_0 :

$$p_0 = \left(1 + \rho + \dots + \frac{\rho^k}{k!} + \dots + \frac{\rho^n}{n!} + \frac{\rho^{n+1}}{n!(n-\rho)} \right)^{-1},$$

$$p_k = \frac{\rho^k}{k!} p_0, (k = \overline{1, n}), p_{n+i} = \frac{\rho^{n+i}}{n^i n!} p_0, (i = 1, 2, \dots)$$

$$p_0 \sim 0,0525,$$

Средняя длина очереди составляет $L_{оч} = \frac{\rho^{n+1}}{n!} * \frac{n}{(n-\rho)^2} P_0$

~ 8,4 пасс.

Среднее время пребывания заявки в очереди

$$T_{оч} = \frac{L_{оч}}{\lambda} \quad 8,4/0,9 \sim 9,3 \text{ мин.}$$

Предлагаемый вариант.

Предлагаемый вариант представляет собой две одноканальные СМО, работающие одновременно.

Так как $\rho_0 = \lambda_0/\mu = 0,45/0,5 = 0,9 < 1$, следовательно, финальные вероятности существуют.

Среднее число заявок в очереди (средняя длина очереди у одной кассы) $L_{оч} = \rho^2 / (1 - \rho)$, $\rightarrow 0,9^2 / (1 - 0,9) \sim 8,1$ пасс.

*Суммарная длина очереди к обеим кассам будет $2 * L_{оч} = 16,2$ пасс.*

Среднее время ожидания заявки в очереди (время пребывания пассажира в очереди) $T_{оч} = \rho^2 / \lambda (1 - \rho)$, $\rightarrow 0,9^2 / 0,45(1 - 0,9) = 18$ мин, что почти вдвое превосходит время стояния в очереди в существующем варианте: **9,3** мин.

Результаты оценки показывает, что предложение следует отвергнуть, так как оно значительно снижает эффективность работы СМО. Подобное ухудшение эффективности работы касс при переходе от двухканальной СМО (существующий вариант) к двум одноканальным СМО (предлагаемый вариант) объясняется тем, что, разделив одну кассу на две специализированные, кассиры лишаются возможности подменять друг друга.

5. Одноканальная СМО с ограничением на длину очереди

На автозаправочной станции имеется одна колонка. Площадка при станции, на которой машины ожидают заправку, может вместить не более трех машин одновременно. Поэтому если она занята, то очередная машина, подъехавшая к станции, в очередь не становится, а проезжает на соседнюю АЗС. В среднем машины заезжают на станцию каждые 2 мин. Продолжительность заправки одной машины в среднем составляет 2,5 мин. Поток машин, подъезжающих к АЗС для заправки, и поток обслуживаний – простейшие.

Оценить эффективность работы станции.

Поскольку машины, согласно исходным данным, подъезжают в среднем через каждые 2 мин, то интенсивность входящего потока равна $\lambda = 1/2 = 0,5$ (машин в минуту). Ограничение на длину очереди $m = 3$.

Среднее время обслуживания одной машины $T_{об} = 2,5$ мин, следовательно, интенсивность потока обслуживаний $\mu = 1/2,5 = 0,4$ (машины в минуту).

Определяем интенсивность нагрузки канала: $\rho = \lambda/\mu = 0,5/0,4 = 1,25$.

Вычисляем вероятность отказа $P_{отк}$,

$$P_{отк} = \frac{\rho^4(1-\rho)}{1-\rho} = 0,297$$

откуда относительная пропускная способность

$$Q = 1 - P_{отк} \approx 1 - 0,297 = 0,703$$

и абсолютная пропускная способность

$$A = \lambda Q \approx 0,5 \cdot 0,703 \approx 0,352.$$

Среднее число машин, ожидающих в очереди на заправку

$$L_{оч} = \frac{\rho^2(1-\rho^3(4-3\rho))}{(1-\rho)(1-\rho^5)} = 1,559$$

Среднее время ожидания машины в очереди находим по формуле

$$T_{оч} = \frac{L_{оч}}{\lambda} = \frac{1,559}{0,5} = 3,118$$

Результаты анализа работы АЗС показывают, что из каждых 100 подъезжающих машин 30 получают отказ ($P_{отк} \approx 29,7\%$), т.е. обслуживаются **2/3** заявок.

С целью повышения эффективности станции целесообразно либо сократить время обслуживания одной машины (увеличить интенсивность потока обслуживаний), либо увеличить число колонок, либо увеличить площадку для ожидания.

Рациональное решение следует принимать с учетом затрат, связанных с увеличением штата обслуживающего персонала (увеличение производительности канала), с расширением площадки для ожидания или приобретением дополнительной колонки, и потерь, обусловленных потерей заявок на обслуживание.

6. Многоканальная СМО с ограничением на длину очереди.

На оптовый склад в среднем прибывает 3 машины в час. На разгрузке машин работают 3 бригады грузчиков. Среднее время разгрузки одной машины - 1 час. Зона парковки для машин, ожидающих разгрузки, рассчитана только на 4-е машины.

Необходимо оценить эффективность работ по разгрузке автомашин.

Для оценки эффективности работ по разгрузке автомашин, проанализируем, имеющиеся исходные данные. Имеем: $n = 3$, $\lambda = 3$ час⁻¹, $\mu = 1$ час⁻¹, $\rho = \lambda/\mu = 3$, $m = 4$.

Так как $\rho = n$, то

p_0 - вероятность отсутствия машин на складе, находим по

$$\text{формуле } p_0 \rightarrow p'_0 = \left(1 + \frac{n}{1!} + \frac{n^2}{2!} + \dots + \frac{n^n}{n!} + \frac{n^n}{n!} m \right)^{-1}$$

$$p_0 = 0,032$$

т.е. грузчики работают практически без отдыха.

$$\text{По формуле } p_{\text{отк}} = p_{n+m} = \frac{\rho^{n+m}}{n^m n!} p_0$$

находим вероятность отказа в обслуживании прибывшей на склад машины:

$$p_{\text{отк}} = 0,145,$$

т.е. вероятность отказа не столь велика.

Относительная пропускная способность равна

$$Q = p_{\text{обс}} = 1 - p_{\text{отк}} \approx 1 - 0,145 = 0,855.$$

Среднее число машин в очереди находим по формуле

$$L_{\text{оч}} \rightarrow L'_\text{оч} = \frac{n^n}{n!} * \frac{m(m+1)}{2} p'_0$$

$L_{\text{оч}} = 1,45$ машин, т.е. существенно меньше $m = 4$.

Среднее время пребывания машины на складе находим по формуле:

$$T_{\text{смо}} = \frac{L_{\text{оч}}}{\lambda} + \frac{Q}{\mu},$$

$$T_{\text{смо}} = 1,34 \text{ часа.}$$

Таким образом, среднее время пребывания машины на складе составляет 1,34 часа. Это время сравнимо со средним временем разгрузки машины. Таким образом, можно констатировать, что разгрузка автомашин на складе организована эффективно.

7. Многоканальная СМО с ограниченным временем ожидания (длина очереди не ограничена)

В пункте химчистки имеется три аппарата для чистки. Интенсивность потока посетителей $\lambda=6$ посетителей в час. Интенсивность обслуживания посетителей одним аппаратом $\mu=3$ посетителей в час. Среднее количество посетителей, покидающих очередь, не дождавшись обслуживания, $\nu=1$ посетитель в час.

Найти абсолютную пропускную способность пункта.

Для оценки абсолютной пропускной способности химчистки проведем анализ, имеющихся исходных данных.

Имеем: $m=3$, $\lambda=6$, $\mu=3$, $\nu=1$. ($\nu=1/t_{ож}$, $\beta=\nu/\mu$ - интенсивность ухода заявок из СМО).

Находим: $\rho=\lambda/\mu=6/3=2$ (интенсивность нагрузки канала),

$$P_0 = \left[\sum_{k=1}^n \frac{\rho^k}{k!} + \frac{\rho^n}{n!} \sum_{i=1}^{\infty} \frac{\lambda^i}{\prod_{l=1}^i (n+l*\beta)} \right]^{-1}$$
$$P_0 = \left[1 + \frac{2}{1!} + \frac{2^2}{2!} + \frac{2^3}{3!} + \frac{2^3}{3!} * \left(\frac{6}{3*3+1} + \frac{6^2}{3*3+2*1} \right) \right]^{-1} = 0,13$$

Вероятность занятости всех аппаратов равна

$$P_{зан} = 1 - P_0 = 0,87.$$

Тогда абсолютная пропускная способность может быть получена как произведение:

$$A = n * P_{зан} = 3 * 0,87 = 2,61.$$

Таким образом, абсолютная пропускная способность химчистки составляет **2,61** посетителя в час.

Для оценки качества продукции. (Например, надежности).

1. Прибор состоит из двух одинаковых узлов. Среднее время безотказной работы каждого узла равно $1/\lambda$. Отказавший узел выявляется мгновенно и сразу начинает восстанавливаться. При этом среднее время восстановления узла составляет $1/\mu$. Если отказали оба узла одновременно, то прибор не работает. Считаем потоки отказов и восстановлений простейшими.

Определить долю времени, в течение которого прибор не работает.

Для оценки времени, в течение, которого работает прибор не работает, следует определить возможные состояния, в которых может находиться прибор (система).

Возможные состояния системы будут следующими:

S_0 - оба узла исправны;

S_1 - один узел исправен, второй восстанавливается;

S_2 - оба узла восстанавливаются.

Определим интенсивности переходов:

- переход из S_0 в S_1 осуществляется при отказе одного из 2-х узлов, поэтому $\lambda_{01} = 2\lambda$
- переход из S_1 в S_2 осуществляется под воздействием потока отказов интенсивности $\lambda_{12} = \lambda$;
- переход из S_2 в S_1 осуществляется под воздействием потока восстановления $\lambda_{21} = 2\mu$ (два узла восстанавливаются одновременно);
- переход из S_1 в S_0 осуществляется под воздействием потока восстановления $\lambda_{10} = \mu$.

Определяем вероятность (долю времени) того, что прибор исправен:

$$P_0 = \left[1 + \frac{\lambda_{01}}{\lambda_{10}} + \frac{\lambda_{01}}{\lambda_{10}} \cdot \frac{\lambda_{12}}{\lambda_{21}} \right]^{-1} = \left[1 + 2 \cdot \frac{\lambda}{\mu} + \frac{2 \cdot \lambda}{\mu} \cdot \frac{\lambda}{2 \cdot \mu} \right]^{-1} = \left(\frac{\mu}{\mu + \lambda} \right)^2 = \frac{\mu^2}{\mu^2 + 2\lambda \cdot \mu + \lambda^2}$$

Прибор простаивает, если система находится в состоянии S_2 , т.е. вероятность (доля времени) простоя приборов:

$$P_2 = \frac{\lambda_{01} \cdot \lambda_{12}}{\lambda_{10} \cdot \lambda_{21}} P_0 = \frac{\lambda^2}{\mu^2} P_0 = \left(\frac{\lambda}{\mu + \lambda} \right)^2$$

Таким образом вероятность простоя прибора (доля времени, в течение которого прибор не работает) определяется по зависимости для расчета P_2 .

2. Прибор состоит из двух одинаковых блоков. Один блок работает, а второй находится в резерве (не работает). Среднее время безотказной работы каждого блока равно $1/\lambda$. При выходе из строя первого блока, резервный (второй) блок немедленно начинает работать. При этом среднее время восстановления любого из блоков составляет $1/\mu$. Считаем потоки отказов и восстановлений простейшими.

Определить долю времени, в течение которого прибор работает.

Для оценки времени, в течение которого работает прибор до возникновения первого отказа следует определить возможные состояния, в которых может находиться прибор (система).

Возможные состояния прибора (системы) будут следующими:

S_0 - оба блока исправны;

S_1 - один блок работает, второй не работает;

S_2 - оба блока не работают.

Запишем уравнения Колмогорова

$$\begin{cases} \frac{dP_0}{dt} = \mu P_1 - \lambda P_0 \\ \frac{dP_1}{dt} = \lambda P_0 + 2\mu P_2 - \mu P_1 - \lambda P_1 \\ \frac{dP_2}{dt} = \lambda P_1 - 2\mu P_2 \end{cases}$$

Добавим к ним нормировочное условие $P_0 + P_1 + P_2 = 1$ и приравняем производные к нулю.

Решая полученную систему уравнений, получаем следующие значения вероятности

$$P_1 = \frac{\lambda}{\mu} P_0; \quad P_2 = \frac{\lambda}{2\mu} P_1 = \frac{\lambda^2}{2\mu^2} P_0; \quad P_0 + \frac{\lambda}{\mu} P_0 + \frac{\lambda^2}{2\mu^2} P_0 = 1;$$

$$\text{Тогда } P_0 = \left(1 + \frac{\lambda}{\mu} + \frac{\lambda^2}{2\mu^2}\right)^{-1}.$$

Окончательно имеем, что доля времени работы прибора до возникновения первого отказа равна

$$P_{\text{раб}} = 1 - P_2 = \frac{\lambda^2}{2\mu^2 + 2\lambda\mu + \lambda^2}.$$

ГЛАВА 5. ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Рассмотрены научно-методические основы технологии по обеспечению качества обработки поверхностного слоя деталей машин. На большом числе примеров показано применение статистических методов управления качеством продукции и выбора инновационных решений.

5.1. Методология обеспечения и оценки качества обработки поверхности деталей машин

Одна из важнейших проблем машиностроительных предприятий – проблема управления качеством деталей машин. Под качеством деталей понимают, как известно, совокупность их свойств, обуславливающих пригодность деталей отвечать своему функциональному назначению в заданном диапазоне изменения условий эксплуатации. К числу таких свойств, называемых эксплуатационными, относят выносливость, износостойкость, коррозионную стойкость, жёсткость и др. Эти свойства в соответствии с назначением деталей количественно оценивают с помощью соответствующих эксплуатационных показателей, таких как: предел выносливости, интенсивность изнашивания, коррозионные потери, податливость и др.

Во многом проблема управления качеством деталей машин может быть решена путем конструкторско-технологического обеспечения их эксплуатационных показателей через так называемые функциональные параметры качества поверхностных слоев. Первой предпосылкой этого является наличие функциональной связи между эксплуатационными показателями и параметрами качества поверхностных слоев деталей, позволяющей не только обосновать расчетным путем требования к параметрам качества, но и определить направления технологического воздействия на поверхностные слои с целью обеспечения номинальных значений и допускаемых отклонений их физически обоснованных параметров. Второй предпосылкой решения рассматриваемой проблемы является наличие функциональной связи между параметрами качества и технологическими факторами (метод обработки, жёсткость оборудования, параметры

инструмента, режимы обработки и т.п.), позволяющей обоснованно подойти к выбору факторов, под влиянием которых формируются заданные уровни качества.

Нормирование параметров качества поверхностного слоя деталей – один из ответственных этапов проектирования машин. Для этого, в основном, используют методы:

- аналитических расчетов;
- по прототипу;
- экспериментальных исследований.

Аналогичные методы применяют и для решения технологических задач для определения условий обработки рабочих поверхностей деталей, обеспечивающих достижение заданных функциональных параметров качества поверхностного слоя. Каждому из этих методов присущи свои преимущества и недостатки.

5.2. Связь эксплуатационных показателей деталей машин с условиями их работы

Срок службы основных видов машин, механизмов и оборудования до капитального ремонта во многом зависит от износостойкости деталей их узлов трения. Как известно, большая часть деталей (80 – 85 %) выходит из строя вследствие их интенсивного изнашивания. Из-за недостаточной долговечности деталей возникает экономически неоправданно высокий уровень потребности и расхода запасных частей. Ремонтные предприятия до недавнего времени составляли в среднем по машиностроению не менее 60 – 80 % основного производства.

В зависимости от условий эксплуатации детали могут подвергаться одному или нескольким следующим видам изнашивания:

- абразивное изнашивание, возникающее в результате режущего или царапающего действия твердых тел и частиц и приводящее к механическому разрушению трущихся поверхностей (детали узлов трения скольжения сельскохозяйственных, горных, дорожных, строительных, транспортных, металлургических и других машин);
- коррозионно-механическое изнашивание, возникающее в основном при трении материалов, вступающих в химическое взаимодействие с окружающей

средой (машины и оборудование в нефтехимической, пищевой, горно-металлургической, деревообрабатывающей, микробиологической промышленности; детали узлов трения, работающих в агрессивных средах, в электролитах);

- адгезионное изнашивание, возникающее вследствие действия межповерхностных сил, молекулярного сцепления на поверхности раздела, образования адгезионных связей между соприкасающимися поверхностями (опоры скольжения и качения, зубчатые передачи, муфты, направляющие, кулачковые механизмы; детали узлов трения, работающие при отсутствии смазочного материала или испытывающие его недостаток);

- усталостное изнашивание, возникающее в результате повторного деформирования микрообъемов материала, приводящее к возникновению трещин и отделению его частиц (зубчатые передачи, подшипники качения и скольжения, катки, кулачковые механизмы, фрикционные передачи, детали хорошо смазывающихся механизмов; трущиеся сопряжения, детали которых работают в условия кинематического качения, скольжения, качения со скольжением);

- изнашивание при фреттинг-коррозии, возникающее при колебательных, циклических, возвратно-поступательных перемещениях с малыми амплитудами. Наиболее часто этот вид изнашивания происходит с болтовыми, шлицевыми, шпоночными, штифтовыми соединениями, с шарнирами, рессорами, клапанами, кулачковыми механизмами, соединениями муфт. Данному виду изнашивания подвержены также детали узлов трения, работающие в условиях вибраций, переменных во времени, крутящих и изгибающих моментов;

- эрозионное изнашивание, возникающее в результате воздействия на поверхность потока, жидкости, газа, твердых частиц (детали гидромашин, турбобуров, газовых турбин, газодобывающих агрегатов, устройств пневмотранспорта и др.);

- кавитационное изнашивание, возникающее при относительном движении твердого тела в жидкости в

условиях кавитации (детали гидромашин, детали гидронасосов, детали узлов машин, работающих в жидких средах);

- изнашивание при заедании, возникающее в результате схватывания, глубинного вырывания материала, его переноса с одной поверхности трения на другую, разрушающего воздействия образовавшихся неровностей (тяжелонагруженные зубчатые передачи, кулачковые механизмы, шарнирные соединения, подшипниковые опоры, направляющие станков, детали золотниковых устройств).

В качестве показателей, характеризующих процесс изнашивания, используют интенсивность линейного $I_U = dU/dL$, объемного $I_V = dV/dL$ и массового $I_G = dG/dL$ изнашивания, здесь U , V и G – величины соответственно линейного, объемного и массового износа, L – путь трения. При установившемся процессе изнашивания используют среднеинтегральные значения интенсивности изнашивания $I_U = U/L$, $I_V = V/L$, $I_G = G/L$. Интенсивность изнашивания во времени называют скоростью изнашивания и определяют как отношение значения износа к интервалу времени возникновения износа. Например, $I_{U\tau} = dU/dt$, где t – время износа. Значение интенсивности изнашивания рабочих поверхностей деталей зависит от величины давления на рабочие поверхности, характера распределения нагрузки, от вида смазки, метода смазывания и выбора смазочного материала, а также от параметров качества поверхностных слоев материалов трущихся деталей и других факторов. Требуемая величина интенсивности изнашивания может быть определена исходя из срока службы пары трения и нормы предельного износа её деталей.

Для деталей, работающих в стационарных условиях, важным является уменьшение величины начального износа (U_0) и сокращение периода их приработки. Величина начального износа, т.е. износа за период приработки, может достигать 20...30 %, а в отдельных случаях – до 70 % от предельных значений.

Зависимости величины износа U от пути трения l в период приработки могут быть представлены в виде степенной функции $U = \alpha l^\beta$. Точность относительного расположения и перемещения рабочих органов ряда машин и оборудования во многом

обуславливается контактной жёсткостью стыковых поверхностей. Контактные перемещения составляют значительную часть в балансе упругих перемещений машин и их узлов. Например, в суппортах металлорежущих станков контактные деформации составляют от 40 до 90 % общих деформаций.

В качестве показателей, определяющих коррозионную стойкость, используют коррозионные потери, выносливость характеризуют пределом выносливости, усталостную прочность при циклических напряжениях – числом циклов, приводящих к разрушению поверхностей деталей, и т.д.

5.3. Связь эксплуатационных показателей с параметрами качества поверхностных слоев деталей

Эксплуатационные показатели деталей в общем виде зависят от следующих факторов:

- силовых и кинематических параметров (давление на сопрягаемых поверхностях, скорость их относительного перемещения и т.п.);
- вида трения (трение со смазочным или без смазочного материала, трение покоя, скольжения, качения или трение с проскальзыванием);
- вида смазки (граничная, гидродинамическая или газодинамическая, гидростатическая или газостатическая, эластогидродинамическая, полужидкостная, твердая);
- параметров, характеризующих состав, структуру и механические свойства взаимодействующих поверхностей (твердость, предел текучести, модуль упругости, коэффициент Пуассона и др.);
- параметров, характеризующих качество поверхностного слоя деталей, находящихся в контакте (отклонение формы, волнистость, шероховатость, упрочнение, напряженное состояние);
- внешних условий и свойств окружающей среды (температура, наличие вакуума, воздействие агрессивных жидкостей и т.п.).

Для оценки качества поверхностного слоя используют следующие показатели:

1) геометрические параметры:

- отклонения от правильной геометрической формы (от круглости, прямолинейности, плоскостности);
- параметры волнистости;
- характеристики шероховатости;
- направление следов обработки, характеризующее текстурирование поверхности;

2) параметры, характеризующие механические и физико-механические свойства поверхностного слоя:

- механические характеристики материала (предел текучести, модуль упругости, коэффициент Пуассона, твердость и т.п.);
- показатели упрочнения слоя (поверхностная микротвердость H , степень и градиент упрочнения, глубина упрочнения и т.п.);
- параметры, характеризующие распределение остаточных напряжений (наиболее полно изучены макронапряжения, охватывающие области, соизмеримые с размерами детали, и в качестве их параметров принимают наиболее характерные точки эпюры распределения остаточных напряжений в поверхностном слое: величина остаточных напряжений, действующих вблизи поверхности, максимальная величина остаточных напряжений и глубина их залегания и т.п.);
- параметры, характеризующие свойства структуры, её несовершенство в поверхностном слое (размеры фрагментов и блоков структуры, углы их разориентировки, размеры и углы, определяющие строение кристаллической решетки, плотность дислокации, концентрация вакансий и т.п.);

3) характеристики физико-химических свойств, отражающие взаимодействие поверхности с окружающей средой (физическая адсорбция, окисление, образование пленок, диффузия чужеродных атомов в материал детали и т.п.)

Из рассмотренных показателей качества стандартизованы и указываются на чертежах деталей лишь отклонения формы и характеристики шероховатости. Имеются также рекомендации для количественной оценки волнистости.

Наиболее полно изучена шероховатость поверхности, что обусловлено, с одной стороны, простотой её метрологического обеспечения по сравнению с другими параметрами и, с другой стороны, тем, что она является простым и надёжным критерием оценки состояния технологического процесса механической обработки и условий эксплуатации детали: любые их отклонения отражаются на шероховатости поверхности.

В настоящее время шероховатость поверхности характеризуют более чем 40 параметрами. В частности, к их числу относятся такие параметры (см. таблица 1, рисунок 1 и рисунок 2), как:

$$R_a, R_z, R_{\max}, S_m, t_p, l;$$

- радиусы округления вершин неровностей ρ ;
- углы наклона неровностей θ ;
- расстояние от вершины наибольшего выступа, до средней линии R_p ;
- относительная опорная площадь на уровне средней линии t_m ;
- параметры b и ν степенной аппроксимации начального участка опорной кривой $(t_p = 10^2 b(p10^{-2})^\nu)$, где p – уровень сечения профиля в %.

Таблица 1 - Рекомендуемые к нормированию и указанию в чертежах деталей машин параметры шероховатости

Эксплуатационные свойства	Параметры шероховатости рабочих поверхностей деталей
Контактная жесткость	R_a, R_p, S_m, t_p
Износостойкость	R_a, R_p, S_m, t_p
Прочность	R_{\max}, S_m
Усталостная прочность	R_{\max}, S_m
Контактная прочность	R_a, R_p, S_m, t_p
Фреттингостойкость	R_a, R_p, S_m, t_p
Виброустойчивость	R_a, R_p, S_m, t_p
Коррозионная стойкость	R_a, S_m, S
Прочность сцепления покрытий	R_a, S_m
Герметичность соединений	R_a, R_p, S_m, t_p
Прочность посадок	R_a, R_p, t_p
Теплопроводность	R_a, R_p, S_m, t_p

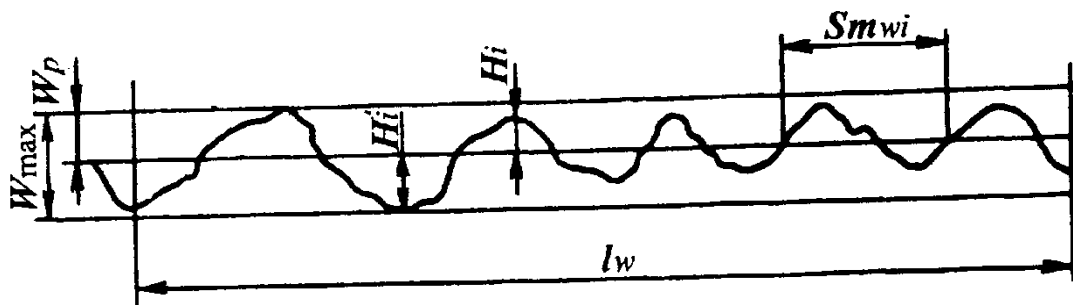


Рисунок 1 - Волнограмма поверхности:

W_{max} – максимальная высота волнистости;
 l_w – базовая длина профиля, на которой определяются параметры волнистости;
 S_{mw} – средний шаг волнистости.

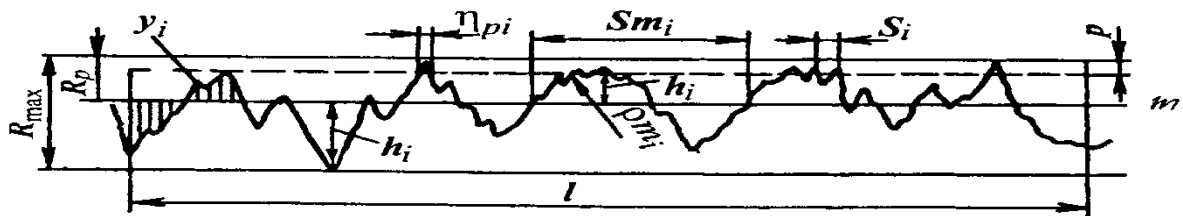


Рисунок 2 - Профилограмма шероховатости поверхности

R_z – высота неровностей профиля по десяти точкам;
 R_p – высота сглаживания профиля с высоты наибольшего выступа;
 t_p – относительная опорная длина профиля;
 l – базовая длина.

В 1954 году Ю.В. Линник и А. П. Хусу предложили рассматривать профиль шероховатости поверхности как реализацию случайной стационарной функции. Такое представление широко используется в настоящее время в отечественных и зарубежных работах. Для оценки шероховатости поверхности применяют плотности распределения ординат профиля, высот и радиусов выступов, спектральную плотность и корреляционную функцию.

Предлагаются и системы характеристик для оценки шероховатости поверхности и комплексные параметры. Поверхность, как известно, существует в трех измерениях. В этой связи представляют научный интерес исследования пространственных параметров шероховатой поверхности, их взаимосвязи с профильными параметрами.

Нормирование геометрических и физико-механических параметров качества поверхностного слоя деталей – один из ответственных этапов проектирования машин. Теоретический анализ процессов контактного взаимодействия деталей возможен на основе физической модели, разработанной И.В. Крагельским и его учениками. Наиболее важные положения этой модели базируются на двойственной молекулярно-механической или адгезионно-деформационной природе внешнего трения, в соответствии с которой для обеспечения внешнего трения процессы деформирования и повреждения контактирующих неровностей должны быть сосредоточены как можно ближе к поверхности раздела тел. В результате этого происходит формирование на поверхности трения равновесной шероховатости.

В механике контактирования рассмотрено множество ситуаций, зависящих от:

1. геометрических свойств контактирующих тел (наличие или отсутствие макроотклонений, волнистости и шероховатости);
2. механических свойств тел (модули упругости, пределы текучести, твердости и т.п.);
3. вида деформации (упругая, пластическая, упруго пластическая);
4. вида контакта (статический контакт, качение, скольжение, качение со скольжением и т.п.);
5. действующих на контакт сил (нормальные силы, тангенциальные силы) и т.п.

Теоретический анализ механики контактного взаимодействия производят на основе моделирования неровностей телами правильной геометрической формы. Шероховатость поверхности моделируют сферами, конусами, эллипсоидами, эллиптическими параболоидами n -го порядка. Волнистость моделируют цилиндрическими и сферическими телами. Наличие неровностей на поверхностях контактирующих деталей обуславливает дискретность контакта. В этой связи различают номинальную, геометрическую (на основе учета влияния макроотклонений), контурную (на основе учета влияния волнистости) и фактическую (на основе влияния шероховатости) площади контакта. Применительно к этим площадям рассматривают и соответствующие давления. Расчетные уравнения для оценки

интенсивности изнашивания могут быть получены на основе усталостной теории износа твердых тел. Например, для случая контактирования абсолютно твердого тела с шероховатой поверхностью, перемещающегося по гладкой поверхности упругодеформируемого изнашиваемого контртела, интенсивность изнашивания может быть определена по формуле:

$$I = k_1 \alpha' \sqrt{\frac{h}{\rho} \frac{P_a}{P_r} \frac{1}{N}}, \quad (5.1)$$

где k_1 – коэффициент, зависящий от геометрической конфигурации и расположения неровностей по высоте ($k_1 = 0,15 \dots 0,2$);

$\alpha' = A_a / A_T$ – отношение номинальной площади A_a к площади трения A_T ;

h – глубина внедрения неровностей;

ρ – радиус округления их вершин;

$P_a / P_r = A_r / A_a$ – отношение номинального давления P_a , к фактическому P_r , или отношение фактической площади контакта A_r к номинальной A_a ;

N – число циклов, которое выдерживает деформируемый объем до разрушения вследствие усталости.

Методы расчета на изнашивание деталей машин разработаны А.С. Прониковым [68], примеры расчета на изнашивание различных сопряжении приведены в [42, 45]. Инженерные методы расчета деталей машин на прочность и долговечность при мало-и многоцикловом нагружении рассматриваются в работе [39]. Методы расчета сопряжений деталей машин на контактную жёсткость даны, например, в работах [23, 46].

Очевидно, управление эксплуатационными показателями деталей машин возможно на основе нормирования совокупности параметров качества их поверхностных слоев, включающей минимальное число параметров, наиболее просто и экономично метрологически и технологически обеспечиваемых в практике.

Расчетное нормирование параметров качества, будучи научно обоснованным, в ряде случаев не обеспечивает достаточной надёжности управления эксплуатационными показателями деталей машин. Это обусловлено тем, что оно основано на применении моделей взаимодействия контактирующих поверхностей,

справедливых в рамках определенных допущений, не учитывающих порой реальные условия эксплуатации деталей. В частности, шероховатые поверхности, характеризуемые хаотичностью и нерегулярностью микрорельефов, моделируются набором тел правильной геометрической формы. Найденные расчетным путем значения функциональных параметров качества могут находиться между собой в соотношениях, которые нельзя будет технологически обеспечить. К тому же не разработаны методы расчета определения допускаемых отклонений параметров качества, исходя из возможных пределов изменения эксплуатационных показателей деталей. Поэтому расчетный метод нормирования еще не нашел широкого применения в конструкторской практике в частности еще и потому, что почти все известные теоретические зависимости между эксплуатационными показателями и параметрами качества содержат эмпирические коэффициенты, значения которых применительно к рассматриваемым условиям эксплуатации деталей могут быть определены лишь на основе дополнительных экспериментальных исследований.

Наиболее распространенный на практике метод нормирования функциональных параметров качества поверхностных слоев деталей – по прототипу – также не позволяет получить удовлетворительные результаты, поскольку условия полной идентификации (конструкция проектируемой детали и детали-прототипа, технические требования к ним, условия их эксплуатации) практически во всех случаях выполнить не удастся. Уточнение требований к качеству поверхностных слоев проектируемой детали (в чертежах деталей-прототипов чаще всего регламентируются лишь высотные параметры шероховатости R_a или R_z) также требует проведения дополнительных, порой сложных и трудоемких экспериментальных исследований.

Задачи по нормированию параметров качества поверхностных слоев деталей могут быть решены на основе проведения экспериментальных исследований, проводимых в условиях, близких к эксплуатационным. Этот метод позволяет определить, наряду с оптимальными параметрами качества, условия и режимы их технологического обеспечения.

5.4. Связь параметров качества поверхностных слоев деталей с технологическими факторами

Среди методов технологического воздействия на поверхностный слой особое место принадлежит методам упрочняющей технологии, которые можно объединить в три группы:

1. методы, обеспечивающие эффект упрочнения за счет повышения физико-механических свойств поверхностных слоев деталей:

- методы поверхностного пластического деформирования (обработка деталей роликами, шариками, дорнование, алмазное выглаживание, включая методы создания регулярного рельефа и т.п.);
- электромеханическая обработка;
- термическая обработка, включая методы поверхностной закалки (токами высокой частоты, газовым пламенем и другими методами);
- термомеханическая обработка;
- лазерное упрочнение;
- ультразвуковое и другие методы упрочнения;

2. методы, обеспечивающие эффект упрочнения при частичном изменении химического состава поверхности:

- методы химико-термической обработки (цементация, азотирование, цианирование и т.п.), включая методы диффузионной металлизации (алитирование, хромирование, силицирование, борирование и т.п.);
- методы лазерного легирования;
- методы электроискрового легирования и др.;

3. методы создания на поверхности трущейся детали слоев, полностью отличающихся по химическому составу и свойствам от материала упрочняющей детали, включающие различные методы наплавки, напыления, создания металлических и неметаллических покрытий.

Одним из путей совершенствования методов технологического воздействия на качество поверхностного слоя является применение различных методов комбинированной обработки, в том числе и соединяющих преимущества упрочняющей и отделочной обработок. При этом **упрочняющая**

обработка позволяет сформировать поверхностные слои с требуемыми физико-механическими свойствами, а отделочная обработка – с требуемыми геометрическими параметрами. Наиболее перспективными упрочняющими методами в этом отношении являются электромеханическая и лазерная обработки. В качестве отделочных методов обработки целесообразно использовать находящие широкое применение в практике различные методы алмазно-абразивной обработки и обработки инструментами из синтетических сверхтвердых материалов.

Каждый из перечисленного выше многообразия технологических методов имеет свои особенности и области применения и характеризуется определенными факторами, обуславливающими процесс формирования параметров качества обрабатываемых поверхностей деталей, включая влияние технологической наследственности. Каждому технологическому методу обработки присущи свои количественные и качественные характеристики, такие как: высотные и шаговые параметры неровностей; направление неровностей; коэффициент, степень и глубина наклепа; величина и знак остаточных напряжений. Эти характеристики во многом зависят от условий механической обработки, геометрических параметров инструмента, свойств смазывающе-охлаждающих технологических сред и т.п. Определение режимов механической обработки является одной из основных задач технологической подготовки производства. Назначаемые режимы обработки должны обеспечить не только заданную производительность при наименьшей себестоимости, но и регламентированные параметры качества поверхностного слоя.

А.Д. Макаров [49], например, показал, что для каждой пары «обрабатываемый – обрабатывающий материал» существует средняя температура контакта, при которой достигается наименьшая интенсивность износа инструмента. С.С. Силин и его ученики разработали расчетно-экспериментальный метод определения режимов резания на основе теории подобия [9].

До настоящего времени еще недостаточно разработаны методы технологического обеспечения совокупности параметров качества поверхностного слоя, обуславливающей эксплуатационные свойства деталей машин. Перспективным в этом отношении является экспериментально-статистический метод, основанный на проведении механической обработки опытных

заготовок с использованием современных методов планирования и статистического анализа результатов экспериментальных исследований.

В период стационарного изнашивания равновесная шероховатость воспроизводится на всем последующем процессе нормальной работы пары трения. Все это позволило некоторым исследователям сделать вывод, что технология обработки поверхности трения не оказывает влияния на ее долговечность. Но совершенно очевидно, что чем больше исходная шероховатость поверхности трения отличается от оптимальной, тем больше будет износ в период приработки, а следовательно, тем меньше долговечность пары трения. Это говорит о том, что технология обработки поверхности трения оказывает значительное влияние на ее долговечность, а также указывает на необоснованность стремления конструкторов к завышению требований к шероховатости рабочих поверхностей трения деталей машин.

Следует отметить, что процесс изменения макроотклонений, волнистости, шероховатости и физико-механических свойств поверхностей трения в процессе приработки будет взаимосвязанным. Очевидно, что значение формируемой равновесной шероховатости будет зависеть от других параметров поверхности трения, в частности от макроотклонений, волнистости и физико-механических свойств.

Выбрать режимы обработки для обеспечения совокупности функциональных параметров качества поверхностных слоев деталей, не имея четких методологических рекомендаций, практически невозможно.

5.5. Особенности современного методологического подхода к технологическому обеспечению качества поверхности деталей машин

Учитывая многообразие деталей машин (размеры, материал и т.п.), условий их эксплуатации и возможных способов обработки их рабочих поверхностей, решение проблемы технологического обеспечения их эксплуатационных свойств возможно лишь в рамках такого методологического подхода, каким является системный подход.

Системный подход, в основе которого лежит разработка методов исследования и конструирования сложноорганизованных

объектов – систем разных типов (общественных систем, технологических систем и др.). в настоящее время превращается в самостоятельное научное направление.

Под системой, как известно, понимают некое множество взаимосвязанных элементов, образующих устойчивое единство, т.е. целостность. Основным смыслом данного положения заключается в установлении качественной специфики того класса множеств, элементы которых структурно и функционально связаны в единое целое. Другое положение системного подхода дополняет определение данного класса объектов-систем указанием на то, что в них целое больше суммы входящих в него частей, подчеркивая тем самым, что системы – интегративные множества с присущими им определенными совокупными качествами и закономерностями. Третье положение говорит о том, что всякая система является в то же время частью другой, более обширной системы, а ее компоненты и подсистемы, в свою очередь, могут изучаться как самостоятельные системы. Это положение раскрывает так называемый принцип иерархичности, многоуровневости строения систем. Отдельные уровни системы обуславливают определенные аспекты ее поведения, а ее целостное функционирование является результатом взаимодействия всех ее сторон, уровней. Для систем характерно не только наличие связей и отношений между образующими ее элементами, но и неразрывное единство со средой, во взаимоотношениях с которой они проявляют свою целостность.

«Структурное» описание системы представляет собой попытку понять поведение системы через ее элементы (части, уровни), а «функциональное» описание – понять ее взаимодействие с окружающей средой через соотношения между входами и выходами.

Общая методика системного подхода включает следующие этапы:

- 1) определение функции системы:
 - а) отделение системы от ее окружения путем выбора оболочки (располагая ее как можно ближе к главным деталям механической системы);
 - б) перечисление всех входов и выходов;
 - в) описание функциональных соотношений между входами и выходами;

2) определение структуры системы:

- а) идентификация элементов системы;
- б) определение взаимосвязей между элементами;
- в) выявление соответствующих свойств элементов.

Функциональное описание системы должно быть дополнено подробным изучением изменения структуры системы во времени и влияния такого изменения на ее функциональное поведение. Например, при описании трибомеханических систем следует учитывать, что они обладают структурой и функцией динамических систем. Так, изменения структуры трибомеханических систем могут включать:

1. образование или исчезновение элементов системы (например, образование третьего тела, разрушение пленок смазки и т.п.);
2. изменение взаимосвязей элементов (вызванных, например, изменениями условий смазки);
3. изменение свойств элементов системы (изменения топографии поверхностей, их твердости и т.п.).

Главные виды отказов в узлах трения (истирание, задиры, выкрашивание и т.п.) с системной точки зрения связаны с изменениями структуры трибомеханических систем.

Системный подход к анализу сложных объектов часто имеет форму представления системы в виде блок-схем, специальных таблиц или так, чтобы можно было использовать модель для математического исследования характеристик системы. Особенно важным при этом является развитие системного мышления, системного видения технического объекта, с помощью которых можно лучше организовать имеющиеся опыт и знания по обеспечению качества деталей машин.

При рассмотрении процессов формирования качества поверхностных слоев с системных позиций представляется возможным оперативно решать рассматриваемые задачи на единой методологической основе, принимая во внимание многообразие конструктивных особенностей деталей, методов упрочняющей и отделочной обработки рабочих поверхностей деталей и условий их эксплуатации. Предпосылкой этого является возможность применения статистической теории и методологии для анализа трибомеханических (подвижные и неподвижные сопряжения) и технологических (операции механической обработки) систем.

Проблема технологического обеспечения эксплуатационных показателей деталей машин может быть решена в известной мере и на основе выявления связей «эксплуатационные показатели – условия обработки рабочих поверхностей контактирующих деталей». В технологических исследованиях приходится определять различного рода характеристики, например показатели качества поверхностного слоя деталей. Истинные значения таких показателей можно получить при исследовании всех изготавливаемых деталей. Это, безусловно, потребует больших затрат времени, поскольку число таких деталей может быть сколь угодно большим, а в ряде случаев просто невозможно. Поэтому речь может идти только о так называемых вероятностных оценках подобных показателей.

5.6. Оценка влияния технологических факторов на параметры качества деталей машин

На изменчивость значений параметров качества деталей машин зачастую оказывает влияние целый ряд факторов. В какой мере это существенно для того или иного фактора или комбинации факторов, важно знать для многих случаев практики. Решение таких задач возможно при некоторых предположениях с помощью методов дисперсионного анализа. Сущность его заключается в разложении суммы квадратов отклонений рассматриваемого параметра качества от общего среднего на компоненты, соответствующие предполагаемым источникам изменчивости. Характер разложения зависит от вида проводимых экспериментов: однофакторных или многофакторных, с фиксированными или случайными уровнями факторов или со смешанными уровнями факторов (когда часть уровней факторов фиксирована, а остальная часть случайна), полностью рандомизированных или с ограничением на рандомизацию. Дисперсионный анализ особенно эффективен при одновременном изучении нескольких факторов.

В настоящем разделе рассматриваются полностью рандомизированные (когда отдельные опыты проведены в случайном порядке) эксперименты с фиксированными (планируемыми) уровнями факторов.

5.6.1. Выбор режимов шлифования деталей машин

По результатам экспериментальных исследований требуется

установить влияние четырех режимов шлифования на параметр шероховатости R_a обрабатываемых поверхностей (таблица 2).

Таблица 2 - Параметр шероховатости поверхностей деталей при различных режимах шлифования

Режимы шлифования, X_i	R_a , мкм				
X_1	0,25	0,35	0,31	0,45	0,34
X_2	0,52	0,55	0,52	0,47	0,44
X_3	0,23	0,26	0,32	0,31	0,33
X_4	0,43	0,36	0,55	0,52	0,44

Из условия задачи следует, что по экспериментальным данным необходимо оценить: является ли различие 4-х режимов шлифования статистически значимым? Это классическая задача однофакторного дисперсионного анализа. Ее решение (на уровне значимости $\alpha = 0,05$) с применением процедуры Microsoft Excel: «однофакторный дисперсионный анализ» представлено в таблице 3.

Таблица 3 - Однофакторный дисперсионный анализ 4-х режимов шлифования

Однофакторный дисперсионный анализ						
ИТОГИ						
Группы	Счет	Сумма	Среднее	Дисперсия		
X_1	5	1.7	0.34	0.0053		
X_2	5	2.5	0.5	0.00195		
X_3	5	1.45	0.29	0.00185		
X_4	5	2.3	0.46	0.00575		
Дисперсионный анализ						
Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критич.
Между группами	0.146375	3	0.048792	13.14254	0.000139	3.238872
Внутри групп	0.0594	16	0.003713			
Итого	0.205775	19				

Поскольку полученное значение $F = 13,14254 > F_{кр.} = 3,238872$, то следует признать, что между 4-мя режимами шлифования имеется статистически значимое различие.

Путем перебора различных вариантов (см. таблицу 4 – таблицу 7) можно установить, что режимы шлифования X_1 и X_3 ,

обеспечивающие наименьший параметр шероховатости R_a , и, соответственно режимы шлифования X_2 и X_4 , обеспечивающие наибольший параметр шероховатости R_a , статистически не различимы

Таблица 4 - Однофакторный дисперсионный анализ X_1 , X_3 и X_4 режимов шлифования

Однофакторный дисперсионный анализ						
ИТОГИ						
Группы	Счет	Сумма	Среднее	Дисперсия		
X_1	5	1.7	0.34	0.0053		
X_3	5	1.45	0.29	0.00185		
X_4	5	2.3	0.46	0.00575		
Дисперсионный анализ						
Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Знач.	F критическое
Между группами	0.076333	2	0.038167	8.875969	0.004305	3.885294
Внутри групп	0.0516	12	0.0043			
Итого	0.127933	14				

Таблица 5 - Однофакторный дисперсионный анализ X_1 и X_3 режимов шлифования

Однофакторный дисперсионный анализ						
ИТОГИ						
Группы	Счет	Сумма	Среднее	Дисперсия		
X_1	5	1.7	0.34	0.0053		
X_3	5	1.45	0.29	0.00185		
Дисперсионный анализ						
Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое
Между группами	0.00625	1	0.00625	1.748252	0.222648	5.317655063
Внутри групп	0.0286	8	0.003575			
Итого	0.03485	9				

Таблица 6 - Однофакторный дисперсионный анализ X_1 , X_2 и X_4 режимов шлифования

Однофакторный дисперсионный анализ						
ИТОГИ						
Группы	Счет	Сумма	Среднее	Дисперсия		
X_1	5	1.7	0.34	0.0053		
X_2	5	2.5	0.5	0.00195		
X_4	5	2.3	0.46	0.00575		
Дисперсионный анализ						
Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критич.
Между группами	0.069333	2	0.034667	8	0.0061964	3.8852938
Внутри групп	0.052	12	0.004333			
Итого	0.121333	14				

Таблица 7 - Однофакторный дисперсионный анализ X_2 и X_4 режимов шлифования

Однофакторный дисперсионный анализ						
ИТОГИ						
Группы	Счет	Сумма	Среднее	Дисперсия		
X_2	5	2.5	0.5	0.00195		
X_4	5	2.3	0.46	0.00575		
Дисперсионный анализ						
Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое
Между группами	0.004	1	0.004	1.038961	0.337895	5.317655
Внутри групп	0.0308	8	0.00385			
Итого	0.0348	9				

На основании результатов анализа назначают тот режим обработки, который, с одной стороны, обеспечивает требуемое значение параметра шероховатости R_a и, с другой – является, например, наиболее производительным.

5.6.2. Оценка влияния радиуса округления режущей кромки пластин на их стойкость

Рассмотрим результаты испытаний для выявления оценки влияния радиуса округления режущей кромки пластин на их

стойкость на примере торцового фрезерования фрезами, оснащенными многогранными неперетачиваемыми пластинами. В экспериментах, проведенных на горизонтально-фрезерном станке однозубой торцовой фрезой (диаметром 160 мм) с механическим креплением твердосплавной пластины T5K10, обрабатывали заготовки из стали 40X (НВ 197 ... 207) по схеме лобового фрезерования при попутной подаче в условиях ударного врезания. Исследовались пластины в состоянии поставки (радиус округления режущих кромок $\rho \approx 14$ мкм) и подвергнутые вибрационной обработке ($\rho = 45 \dots 95$ мкм). В процессе обработки измеряли износ (h_3) режущей пластины по фаске на задней поверхности.

Оптимальная величина радиуса скругления режущей кромки пластин по их стойкости – это минимальный радиус, обеспечивающий хрупкую прочность режущей кромки. Оптимальной величине радиуса скругления режущей кромки соответствует наименьшая величина износа h_3 .

В этой связи представляет интерес использование различных износостойких покрытий. Для оценки влияния различных типов покрытий радиуса скругления режущих кромок, а также их совместного влияния проведен двухфакторный эксперимент $\rho \times T$ с трехкратным повторением (таблица 8).

Первый фактор – радиус округления режущих кромок пластин ρ – рассматривался на двух уровнях. В опытах использовали многогранные неперетачиваемые пластины (МНП) типа 03131–120408 T5K10 в состоянии поставки ($\rho \approx 17$ мкм) и с виброупрочненными режущими кромками ($\rho \approx 73$ мкм). Вторым фактором – тип износостойкого покрытия T – исследовался на трех уровнях: T_0 – пластины без покрытий; T_1 – пластины с покрытиями из нитрида титана толщиной 5 – 8 мкм, наносимые на установке «Булат–2»; T_2 – пластины с покрытиями из карбида титана, наносимые из газофазной среды при пониженном давлении на установке, разработанной в Киевском политехническом институте.

Установка МНП в корпусе фрезы обеспечивала при резании следующие геометрические параметры: передний угол $\gamma = -9^\circ$; задний угол $\alpha = 9^\circ$; угол при вершине резца $\epsilon = 90^\circ$; главный угол в плане $\phi = 75^\circ$; угол наклона главного лезвия $\lambda = 5^\circ$. Заготовки из стали 40X фрезеровали по схеме лобового фрезерования при

попутной подаче в условиях ударного врезания (расстояние от наиболее удаленной точки траектории зуба до заготовки при его входе в металл составляло 80 мм).

Режимы резания: скорость фрезерования 125 м/мин; подача на зуб 0,16 мм; глубина фрезерования 1,5 мм. Продолжительность фрезерования составляла 56,25 мин.

Результаты обработки и анализа экспериментальных данных, приведенных в таблице 8, представлены в таблице 9, которые получены с применением процедуры Microsoft Excel: «Двухфакторный дисперсионный анализ с повторениями».

Первый этап анализа полученных результатов состоит в проверке наличия или отсутствия эффекта взаимодействия между факторами ρ и T .

Поскольку $F_{\rho T} = 16,69 > F_{\rho T \text{кр.}} = 3,88$, то гипотеза H_0 об отсутствии эффекта взаимодействия между факторами ρ и T , отклоняется. Поэтому дальнейший анализ должен быть ограничен оценкой эффекта взаимодействия. С этой целью, по экспериментальным данным, приведенным в таблице 8, необходимо определить при каких значениях факторов ρ и T , величина износа будет наименьшей. Затем следует установить, при каких значениях ρ и T их эффект взаимодействия будет не различим на уровне значимости равном **0,05** (или любом другом уровне в зависимости от требований, предъявляемых к точности эксперимента).

Таблица 8 - Результаты экспериментальных исследований по определению величины износа h_3 в зависимости от факторов ρ и T

Радиус округления ρ , мкм	Покрытие T_0	Покрытие T_1	Покрытие T_2
$\rho_1=17$	0,48	0,46	0,43
	0,43	0,51	0,33
	0,46	0,47	0,39
$\rho_2=73$	0,44	0,21	0,25
	0,45	0,30	0,29
	0,45	0,25	0,27

Таблица 9 - Результаты обработки экспериментальных данных по определению величины износа h_3

Двухфакторный дисперсионный анализ с повторениями						
ИТОГИ	T_0	T_1	T_2	Итого		
$\rho_1=17$						
Счет	3	3	3	9		
Сумма	1.37	1.44	1.15	3.96		
Среднее	0.456667	0.48	0.383333	0.44		
Дисперсия	0.000633	0.0007	0.002533	0.002875		
$\rho_2=73$						
Счет	3	3	3	9		
Сумма	1.34	0.76	0.81	2.91		
Среднее	0.446667	0.253333	0.27	0.323333		
Дисперсия	3.33E-05	0.002033	0.0004	0.009225		
<i>Итого</i>						
Счет	6	6	6			
Сумма	2.71	2.2	1.96			
Среднее	0.451667	0.366667	0.326667			
Дисперсия	0.00029	0.016507	0.005027			
Дисперсионный анализ						
<i>Источник вариации</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Значение</i>	<i>F критич.</i>
Выборка	0.06125	1	0.06125	58.02632	6.19E-06	4.747225336
Столбцы	0.0489	2	0.02445	23.16316	7.58E-05	3.885293835
Взаимодействие	0.035233	2	0.017617	16.68947	0.000342	3.885293835

Поставленную задачу будем решать методом перебора и последовательных исключений одного из факторов ρ или T . Перебрав все возможные варианты, установим, что оптимальное значение для величины износа h_3 по имеющимся экспериментальным данным будет получено для двух вариантов $\rho \times T$ (не различимых на уровне значимости 0,05). Эти варианты приведены ниже во фрагменте таблице 10, а доказательства верности сделанных выводов представлены в таблице 11.

Таблица 10 - Фрагмент таблицы

ρ , мкм	T_1	T_2
$\rho_2=73$	0.21	0.25
	0.3	0.29
	0.25	0.27

Таблица 11 - Результаты обработки экспериментальных данных по определению величины износа h_3 при радиусе округления режущих кромок $\rho_2=73$ мм

Однофакторный дисперсионный анализ						
ИТОГИ						
Группы	Счет	Сумма	Среднее	Дисперсия		
Столбец T_1	3	0.76	0.25333	0.002033		
Столбец T_2	3	0.81	0.27	0.0004		
Дисперсионный анализ						
Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое
Между группами	0.000417	1	0.00042	0.342466	0.589832	7.708647421
Внутри групп	0.004867	4	0.00122			
Итого	0.005283	5				

Задание. Самостоятельно рассмотрите другие возможные варианты по определению величины износа h_3 в зависимости от факторов ρ и T и сделайте выводы по полученным результатам.

5.6.3. Оценка влияния технологической наследственности на формирование качества поверхностного слоя

Выявление закономерностей влияния технологической наследственности, под которой понимается влияние вида предварительной обработки и исходного качества поверхностного слоя на качество поверхностного слоя и эксплуатационные свойства деталей после окончательной обработки, является одним из возможных путей обеспечения качества поверхностного слоя деталей. Особенно важен при этом учет закономерностей влияния технологической наследственности в случае, когда в качестве окончательной обработки используются методы поверхностного пластического деформирования (ППД).

Рассмотрим следующий пример. При обработке методом поверхностного пластического деформирования (обкатывания шариковой головкой) детали из чугуна СЧ20 предварительно обрабатывают одним из 3-х способов (фактор *A*):

1. шлифованием периферией абразивного круга из электрокорунда на керамической связке;
2. фрезерованием торцовыми фрезами, оснащенными пластинками из твердого сплава ВК6М;
3. строганием широкими резцами, оснащенными такими же пластинками.

Предварительно обработанные заготовки затем еще раз дорабатывают по двум технологиям (фактор *B*).

Таблица 12 - Параметры шероховатости деталей из чугуна СЧ20 при обкатывании их поверхностей шариковой головкой

Фактор <i>A</i>	Фактор <i>B</i>	$R_a, \text{ìèì}$				
		$R_{a_{\text{ñò}}}, \text{ìèì}$				
<i>A</i> ₁	<i>B</i> ₁	0,53	0,58	0,65	0,40	0,36
		2,19	1,84	2,06	1,64	1,92
		0,79	0,68	0,99	0,61	0,67
<i>A</i> ₂		2,18	2,52	2,67	2,50	1,78
<i>A</i> ₃		0,96	1,15	1,19	1,06	1,10
		2,35	2,15	1,56	1,84	1,65
<i>A</i> ₁	<i>B</i> ₂	0,49	0,42	0,38	0,41	0,34
		1,09	1,31	0,97	1,13	0,90
		0,55	0,46	0,91	0,46	0,43
<i>A</i> ₂		1,01	1,03	1,07	0,50	0,64
<i>A</i> ₃		0,64	0,73	0,77	0,89	0,40
		1,70	1,56	1,16	1,38	1,40

Примечание. Над чертой – параметры после обкатывания, под чертой – до обкатывания.

В таблице 12 приведены количественные данные, которые отражают изменение параметра шероховатости R_a для каждого из 30-и образцов чугуна СЧ20. В каждой ячейке таблицы указаны: исходные значения параметра $R_{a_{\text{исх}}}$ (под чертой ячейки) и значения параметра шероховатости R_a , полученные в результате воздействия на образцы 2-х факторов (над чертой ячейки).

Для удобства дальнейшего анализа результатов эксперимента данные таблица 12 представим в ином виде (см. таблица 13).

Таблица 13 - Параметры шероховатости деталей из чугуна СЧ20 при обкатывании их поверхностей шариковой головкой

	A_1	A_2	A_3		$A_{1исх}$	$A_{2исх}$	$A_{3исх}$
B_1	0.53	0.79	0.96		2.19	2.18	2.35
	0.58	0.68	1.15		1.84	2.52	2.15
	0.65	0.99	1.19		2.06	2.67	1.56
	0.4	0.61	1.06		1.64	2.5	1.84
	0.36	0.67	1.1		1.92	1.78	1.65
B_2	0.49	0.55	0.64		1.09	1.01	1.7
	0.42	0.46	0.73		1.31	1.03	1.56
	0.38	0.91	0.77		0.97	1.07	1.16
	0.41	0.46	0.89		1.13	0.5	1.38
	0.34	0.43	0.4		0.9	0.64	1.4

Вначале определим, находятся ли показатели качества R_a у всех 30-и образцов, поставляемых на обработку, на одном статистически значимом уровне. Иными словами, статистически (на уровне значимости $\alpha = 0,05$) различимы ли значения $A_{1исх}$, $A_{2исх}$ и $A_{3исх}$?

Для ответа на этот вопрос надо выполнить процедуру «Однофакторный дисперсионный анализ» для данных, размещенных в правой части таблицы 13 (см. таблицу 14).

Таблица 14 - Однофакторный дисперсионный анализ показателя качества R_a для образцов из чугуна СЧ20, поставляемых на обработку

Однофакторный дисперсионный анализ						
ИТОГИ						
Группы	Счет	Сумма	Среднее	Дисперсия		
$A_{1исх}$	10	15.05	1.505	0.23145		
$A_{2исх}$	10	15.9	1.59	0.694956		
$A_{3исх}$	10	16.75	1.675	0.129339		
Дисперсионный анализ						
Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое
Между группами	0.1445	2	0.07225	0.205305	0.815658	3.354131

В связи с тем, что $F = 0,205305 < F_{кр} = 3,354131$, то у нас нет оснований считать, что у поставляемых на обработку образцов из чугуна СЧ20 показатели качества R_a статистически различимы. Поэтому двухфакторный дисперсионный анализ статистических данных, приведенных в левой части таблицы 13 дает ответ на вопрос о влиянии методов обработки образцов из чугуна СЧ20 на параметр шероховатости R_a .

Таблица 15 - Результаты обработки экспериментальных данных по определению влияния методов предварительной обработки образцов на параметр их шероховатости R_a

Двухфакторный дисперсионный анализ с повторениями						
ИТОГИ	A_1	A_2	A_3	Итого		
B_1						
Счет	5	5	5	15		
Сумма	2.52	3.74	5.46	11.72		
Среднее	0.504	0.748	1.092	0.78133		
Дисперсия	0.01483	0.02252	0.00787	0.07525		
B_2						
Счет	5	5	5	15		
Сумма	2.04	2.81	3.43	8.28		
Среднее	0.408	0.562	0.686	0.552		
Дисперсия	0.00307	0.03987	0.03363	0.03573		
<i>Итого</i>						
Счет	10	10	10			
Сумма	4.56	6.55	8.89			
Среднее	0.456	0.655	0.889			
Дисперсия	0.010516	0.037339	0.064232			
Дисперсионный анализ						
<i>Источник вариации</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Значение</i>	<i>F критич.</i>
Выборка	0.39445	1	0.39445	19.4328	0.00018704	4.259677214
Столбцы	0.93949	2	0.46974	23.1420	2.5134E-06	3.402826105
Взаимодействие	0.12717	2	0.06358	3.13244	0.06183965	3.402826105
Внутри	0.48716	24	0.020298			
Итого	1.948267	29				

Анализируя данные таблицы 15, приходим к выводу о существенном влиянии методов предварительной обработки на

параметр шероховатости R_a обкатанных поверхностей. Влияние взаимодействия факторов оказалось незначимым.

5.7. Регрессионный анализ в исследованиях качества поверхности

Широкое применение регрессионного анализа для анализа качества технических систем обусловлено необходимостью указывать в эксплуатационных характеристиках возможные допуски функционирования оборудования, определять сроки эксплуатации, ремонта и технического обслуживания. При этом, как правило, желательно обеспечить условия нормального и устойчивого функционирования оборудования, в пределах которых между внешними воздействующими факторами и выходными характеристиками систем существуют линейные функциональные или статистические зависимости. Поэтому анализ возможной линейной взаимосвязи между переменными X и Y всегда начинают с построения диаграммы разброса. После этого уже можно приступать к построению аналитической регрессионной модели и интерпретировать результаты регрессионного анализа. Установление и выявление линейных зависимостей осуществляется на основе экспериментальных исследований.

Рассмотрим простейший пример выявления зависимости между коэффициентом контактной жесткости J_{cp} и параметрами шероховатости контактирующих поверхностей из чугуна СЧ20 (таблица 16).

Таблица 16 - Средний коэффициент контактной жесткости в зависимости от шероховатости контактирующих поверхностей из чугуна СЧ20

J_{cp}	13,2	10,0	13,7	10,7	11,2	12,2	14,8	10,9	10,3	9,0	10,0	9,8	10,1
R_a	0,42	0,60	0,70	0,87	1,03	1,06	1,22	1,30	1,43	1,50	1,52	1,62	1,93

Приведенная ниже диаграмма разброса (рисунок 3) иллюстрирует, что между показателями J_{cp} и R_a существует линейная отрицательная корреляция, однако ее значение невелико. Дальнейшие вычисления параметров линейной регрессии подтверждают данное предположение (см. таблицу 17 – таблицу 18).

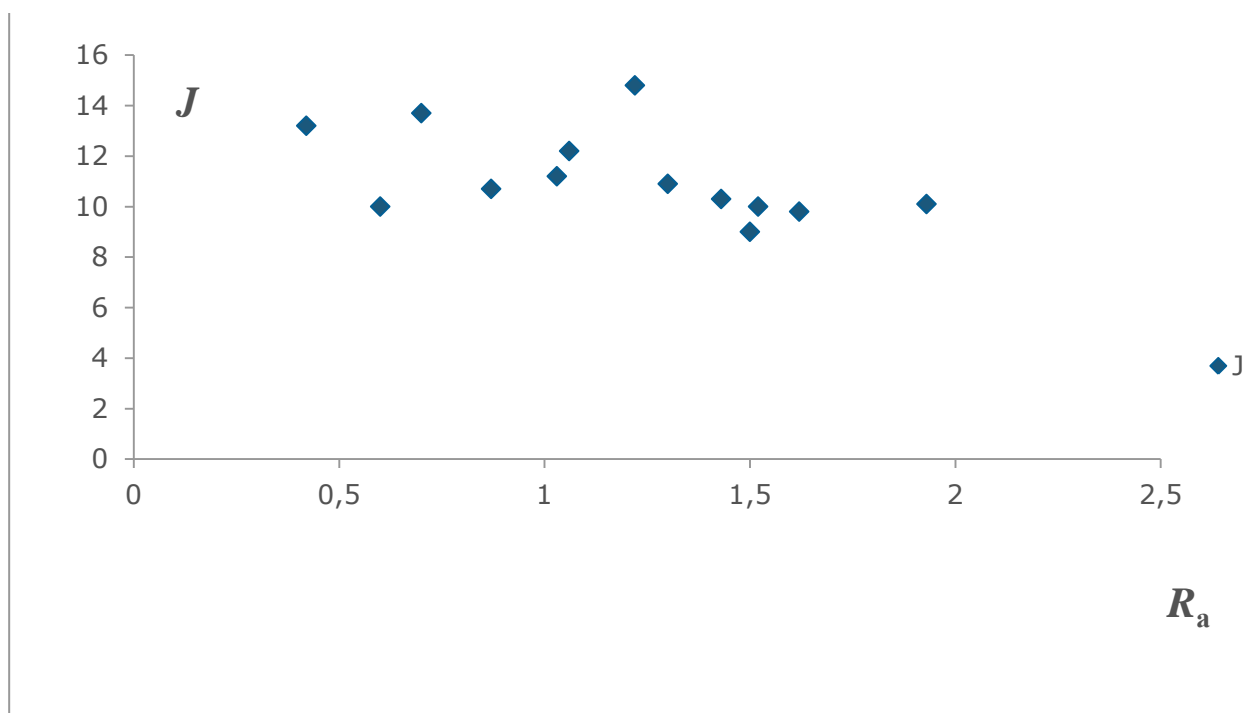


Рисунок 3 - Диаграмма разброса

Таблица 17 - Регрессионный анализ результатов эксперимента по оценке контактной жесткости J_{cp} и параметрами шероховатости контактирующих поверхностей из чугуна СЧ20 (по данным таблицы 16)

ВЫВОД ИТОГОВ						
Регрессионная статистика						
Множественный R	0.5068					
R-квадрат	0.2568					
Нормированный R-квадрат	0.1893					
Стандартная ошибка	1.565					
Наблюдения	13					
Дисперсионный анализ						
	df	SS	MS	F	Значим. F	
Регрессия	1	9.3091	9.309	3.802	0.0771	
Остаток	11	26.9344	2.448			
Итого	12	36.243				
	Коэфф.	Стандар. ошибка	t-статис.	P-Знач.	Нижн. 95%	Верх. 95%
Y-пересечение	13.561	1.275121	10.63501	3.98E-07	10.754	16.367
Ra	-1.999	1.025455	-1.94985	0.077	-4.256	0.257

**Таблица 18 - Оценка доверительных интервалов
(по экспериментальным данным таблицы 16)**

Confidence Interval Estimate	
Data	
X Value	1.1
Confidence Level	95%
Intermediate Calculations	
Sample Size	13
Degrees of Freedom	11
<i>t</i> Value	2.200985
Sample Mean	1.169231
Sum of Squared Difference	2.328492
Standard Error of the Estimate	1.564782
<i>h</i> Statistic	0.078981
Predicted <i>Y</i> (<i>Y</i> Hat)	11.3615
For Average <i>Y</i>	
Interval Half Width	0.967907
Confidence Interval Lower Limit	10.3936
Confidence Interval Upper Limit	12.32941
For Individual Response <i>Y</i>	
Interval Half Width	3.577486
Prediction Interval Lower Limit	7.784016
Prediction Interval Upper Limit	14.93899

Доверительные интервалы:

1). Для математического ожидания отклика

$$\hat{Y}_i \pm t_{n-2} S_{YX} \sqrt{h_i};$$

$$\hat{Y}_i - t_{n-2} S_{YX} \sqrt{h_i} \leq \mu_Y |_{X=X_i} \leq \hat{Y}_i + t_{n-2} S_{YX} \sqrt{h_i},$$

где

$$h_i = \frac{1}{n} + \frac{(X_i - \bar{X})^2}{SSX} = \mathbf{0.078981 \text{ (см. } h \text{ Statistic)}}$$

2). Для предсказанного значения Y при $X = 1,1$

$$\tilde{Y}_i \pm t_{n-2} S_{YX} \sqrt{1+h_i};$$

$$\tilde{Y}_i - t_{n-2} S_{YX} \sqrt{1+h_i} \leq Y_{X=X_i} \leq \tilde{Y}_i + t_{n-2} S_{YX} \sqrt{1+h_i}$$

5.7.1. Многофакторный регрессионный анализ

В таблице 19 приведены результаты экспериментальных исследований для более широкого набора факторов, влияющих на средний коэффициент контактной жесткости поверхностей из чугуна СЧ20, а в таблице 20 представлены результаты многофакторного эксперимента.

Таблица 19 - Средний коэффициент контактной жесткости в зависимости от параметров шероховатости контактирующих поверхностей из чугуна СЧ20

j_{cp}	R_a	R_p	$\rho_{поп}$	$\rho_{прод}$
y_i	x_1	x_2	x_3	x_4
13,2	0,42	1,16	75	207
10,0	0,60	2,00	21	520
13,7	0,70	1,64	49	767
10,7	0,87	2,28	55	550
11,2	1,03	2,41	69	730
12,2	1,06	2,10	60	114
14,8	1,22	2,60	76	221
10,9	1,30	3,28	48	374
10,3	1,43	2,92	51	320
9,0	1,50	5,02	51	256
10,0	1,52	3,96	41	210
9,8	1,62	3,93	37	321
10,1	1,93	3,97	51	155

Из полученных данных в таблицы 20 следует, что модель множественной регрессии для представленного эксперимента можно записать в следующем виде:

$$J_{\tilde{n}\delta} = 10,96 + 0,693R_a - 1,106R_p + 0,052\rho_{\tilde{i}\tilde{i}} - 0,0003\rho_{\tilde{i}\delta\tilde{i}} .$$

Таблица 20 - Многофакторный регрессионный анализ среднего коэффициента контактной жесткости в зависимости от шероховатости контактирующих поверхностей из чугуна СЧ20

ВЫВОД ИТОГОВ						
<i>Регрессионная статистика</i>						
Множест. R	0.830318					
R-квадрат	0.689428					
Нормир. R-квадрат	0.534142					
Стандартная ошибка	1.186175					
Наблюдения	13					
<i>Дисперсионный анализ</i>						
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значим. F</i>	
Регрессия	4	24.987	6.247	4.4397	0.03496	
Остаток	8	11.256	1.407			
Итого	12	36.243				
	<i>Кэфф.</i>	<i>Станд. ошибка</i>	<i>t-стат.</i>	<i>P-Знач.</i>	<i>Нижние 95%</i>	<i>Верхние 95%</i>
Y-пересеч.	10.960	2.386	4.594	0.002	5.458	16.462
x₁ - R_a	0.683	1.718	0.398	0.701	-3.278	4.645
x₂ - R_p	-1.106	0.688	-1.607	0.147	-2.693	0.481
x₃ - ρ_{поп}	0.052	0.025	2.070	0.072	-0.006	0.110
x₄ - ρ_{прод}	-0.0003	0.002	-0.145	0.889	-0.0046	0.004059

Исследования взаимосвязей между параметрами неровностей при различных законах распределения ординат профиля шероховатой поверхности позволяют выявить совокупность, так называемых, информативных параметров неровностей, через которые могут быть выражены их функциональные параметры.

Задание. Проведите анализ данных таблицы 20 и сделайте вывод о значимости факторов **R_a, R_p, ρ_{поп} и ρ_{прод}**.

5.7.2. Полный и дробный факторные эксперименты

Для оценки влияния технологических факторов при вибрационной обработке алмазными эластичными брусками на

информативные параметры шероховатости наружных цилиндрических поверхностей образцов из стали 40Х был проведен полный факторный эксперимент (ПФЭ) 2^2 с четырьмя повторениями.

При этом были выбраны следующие технологические факторы и интервалы их варьирования:

фактор X_1 – скорость вращения заготовки V (12,8 – 6,4 м/мин);

фактор X_2 – номинальное давление алмазного бруска на обрабатываемую поверхность q (0,5 – 0,1 МПа).

Продолжительность обработки каждого из образцов составляла около 10 сек. Охлаждение образцов осуществлялась керосином. Результаты экспериментальных исследований приведены в таблице 21.

Таблица 21 - План и результаты полного факторного эксперимента 2^2

X_1	X_2	R_a
-1	-1	0.763
-1	-1	0.662
-1	-1	0.606
-1	-1	0.604
1	-1	0.927
1	-1	0.917
1	-1	0.754
1	-1	0.828
-1	1	0.561
-1	1	0.543
-1	1	0.581
-1	1	0.533
1	1	0.659
1	1	0.602
1	1	0.638
1	1	0.489

Обработка экспериментальных данных методами регрессионного анализа позволила получить следующее линейное уравнение:

$$R_a = 0,667 + 0,06X_1 - 0,091X_2.$$

**Таблица 22 - Вывод итогов полного факторного эксперимента
2²**

(по экспериментальным данным таблице 21)

<i>Регрессионная статистика</i>						
Множест. R	0.84003946					
R-квадрат	0.705666295					
Нормиров. R-квадрат	0.660384187					
Стандартная ошибка	0.078084428					
Наблюдения	16					
<i>Дисперсионный анализ</i>						
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значим. F</i>	
Регрессия	2	0.190034125	0.095	15.584	0.00035	
Остаток	13	0.079263313	0.006			
Итого	15	0.269297438				
	<i>Коэффиц.</i>	<i>Станд. ошибка</i>	<i>t-стат.</i>	<i>P-Знач.</i>	<i>Нижние 95%</i>	<i>Верхние 95%</i>
Y-пересечение	0.667	0.019	34.152	4.1079E-14	0.624	0.709
X1	0.060	0.0195	3.077	0.0088	0.0179	0.102
X2	-0.091	0.0195	-4.658	0.0004	-0.133	-0.049

Задание. Проведите анализ полученных результатов ПФЭ 2².
Оцените адекватность полученной аналитической модели.

Анализ реализации дробного факторного эксперимента 2⁵⁻¹ рассмотрим на примере вибрационной алмазной обработке (рисунок 4), осуществляемой устройством для вибрационного обкатывания конструкции В.А. Белова на плоскошлифовальном станке.

Эластичные бруски состоят из стального основания 1 и эластичного подслоя (резина) 2, а в качестве рабочего слоя в них используют ленты 3 из алмазов АС2, 100%-ной концентрации на полужесткой связке Р9. Площадь рабочей поверхности алмазного бруска составляет 4,9 см². Частота его осцилляции *f* постоянна – 1500 дв. ходов в минуту с амплитудой 4 мм, площадь обработки равна 2100 мм². Эксперименты проводятся при обильном

охлаждении смазочно-охлаждающей жидкостью, состоящей из керосина (79 %), веретенного масла (20 %) и олеиновой кислоты (1 %). Перед началом опытов новые алмазные ленты прирабатываются по поверхности отдельного образца с исходной шероховатостью $R_a=0,7...0,8$ мкм при давлении бруска $q=0,3$ МПа в течение 120 с. В эксперименте используются ленты, имеющие специальные рифления для лучшего подвода смазочно-охлаждающей жидкости в зону обработки. Обработка алмазными эластичными брусками по сравнению с другими методами обеспечивает ряд преимуществ, в том числе высокую интенсивность съема металла благодаря большей режущей поверхности и малую напряженность теплового потока, что способствует устранению прижогов. Кроме того, возникают более благоприятные условия для работы зерен, имеющих возможность самоустановки и нивелирования по высоте, причем нагрузка равномерно распределяется между ними. Вследствие постоянной подвижности зерен создаются хорошие условия для размещения и удаления стружки и шлама, что исключает засаливание инструмента. Все это улучшает состояние поверхностных слоев обрабатываемых деталей.

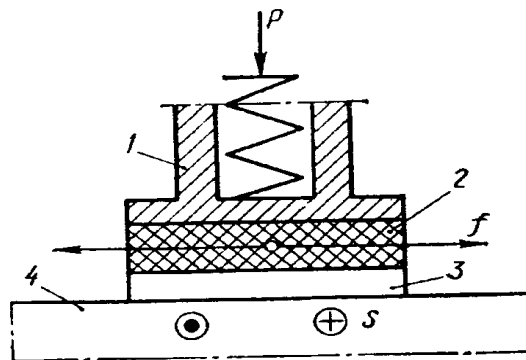


Рисунок 4 - Схема алмазного виброполирования

Для оценки влияния технологических факторов на параметры шлифования R_a и S_m деталей из чугуна СЧ 20 были выбраны следующие технологические факторы и интервалы их варьирования:

- скорость перемещения заготовки v (18—10 м/мин);
- номинальное давление алмазного бруска на обрабатываемую поверхность q (0,5—0,1 МПа);
- зернистость k алмазной ленты, используемой для

изготовления бруска (125/100 — 50/40 мкм);

- время обработки t (60—5 с);
- исходная шероховатость поверхности обработки $R_{аисх}$ (0,67—0,30 мкм).

Чугунные поверхности предварительно шлифуют периферией абразивного круга 24 А40 СМ25 К6.

Результаты многофакторного эксперимента для параметров качества шлифования R_a и S_m по плану 2^{5-1} представлены соответственно в таблице 23 и таблице 25.

Исходя из данных, приведенных в таблице 24 и таблице 25, уравнения множественной регрессии для параметров качества шлифования R_a и S_m , можно соответственно записать в виде:

$$R_a = 0,231 - 0,016v - 0,075t - 0,045q + 0,037k + 0,047R_{аисх};$$

$$S_m = 31,776 - 1,0626v - 3,375t - 5,687q - 1,254k + 2,546R_{аисх}.$$

Таблица 23 - План эксперимента и параметры шероховатости поверхностей после алмазного виброполирования деталей из чугуна СЧ 20

X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	$R_a, мкм$	$S_m, мкм$
-1	-1	-1	-1	-1	0,204	35,89
1	1	-1	-1	-1	0,152	39,7
1	-1	1	1	1	0,308	30,74
-1	1	1	1	1	0,204	27,02
1	-1	1	-1	-1	0,146	26,27
-1	1	1	-1	-1	0,064	18,38
-1	-1	-1	1	1	0,543	44,91
1	1	-1	1	1	0,182	27,9
1	-1	-1	-1	1	0,395	45,8
-1	1	-1	-1	1	0,260	44,4
-1	-1	1	1	-1	0,274	28,8
1	1	1	1	-1	0,162	23,7
1	-1	-1	1	-1	0,312	33,3
-1	1	-1	1	-1	0,158	27,8
-1	-1	1	-1	1	0,264	35,5
1	1	1	-1	1	0,063	18,3

Анализ экспериментальных результатов (таблица 23), выполненный по моделям множественной регрессии позволяет сделать следующие выводы. Параметр R_a при вибрационной обработке эластичными алмазными брусками деталей из чугуна СЧ 20 формируется, в первую очередь, под воздействием фактора t , затем $R_{ансх}$, q и k .

Значимость фактора $R_{ансх}$ указывает на то, что при отделочной алмазной вибрационной обработке следует принимать во внимание влияние технологической наследственности.

Таблица 24 -Вывод итогов дробного факторного эксперимента 2^{5-1} для результирующего параметра качества R_a (по экспериментальным данным таблице 23)

ВЫВОД ИТОГОВ						
<i>Регрессионная статистика</i>						
<i>Множеств. R</i>	0.905					
<i>R-квадрат</i>	0.819					
<i>Нормиров. R-квадрат</i>	0.729					
<i>Стандартная ошибка</i>	0.064					
<i>Наблюдения</i>	16					
<i>Дисперсионный анализ</i>						
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значим.F</i>	
<i>Регрессия</i>	5	0.18358	0.036716	9.076	0.001764	
<i>Остаток</i>	10	0.040456	0.004046			
<i>Итого</i>	15	0.224035				
	<i>Коэфф.</i>	<i>Станд. ошибка</i>	<i>t-стат.</i>	<i>P-Значение</i>	<i>Ниж.95%</i>	<i>Вер.95%</i>
<i>Y-пересечение</i>	0.231	0.016	14.50757	4.82E-08	0.195	0.266
<i>X1 (v)</i>	-0.016	0.016	-0.986	0.347	-0.051	0.020
<i>X2 (t)</i>	-0.075	0.016	-4.720	0.0008	-0.110	-0.040
<i>X3 (q)</i>	-0.045	0.016	-2.834	0.018	-0.080	-0.010
<i>X4 (k)</i>	0.037	0.016	2.339	0.041	0.002	0.073
<i>X5 (Ra исх)</i>	0.047	0.016	2.936	0.015	0.011	0.082

Таблица 25 - Вывод итогов дробного факторного эксперимента 2^{5-1} для результирующего параметра качества S_m (по экспериментальным данным таблице 23)

ВЫВОД ИТОГОВ						
<i>Регрессионная статистика</i>						
Множественный R	0.8601					
R-квадрат	0.740					
Нормированный R-квадрат	0.610					
Стандартная ошибка	5.457					
Наблюдения	16					
<i>Дисперсионный анализ</i>						
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Знач.F</i>	
<i>Регрессия</i>	5	846.6661	169.3332	5.68702	0.0097	
<i>Остаток</i>	10	297.7539	29.77539			
<i>Итого</i>	15	1144.42				
	<i>Коэффиц.</i>	<i>Станд. ошибка</i>	<i>t-стат.</i>	<i>P-Знач.</i>	<i>Нижние 95%</i>	<i>Верхние 95%</i>
<i>У-пересечение</i>	31.776	1.364	23.293	4.81E-10	28.74	34.815
<i>X1 (v)</i>	-1.062	1.364	-0.778	0.454	-4.10	1.978
<i>X2 (t)</i>	-3.375	1.364	-2.474	0.033	-6.41	-0.336
<i>X3 (q)</i>	-5.687	1.364	-4.169	0.0019	-8.73	-2.647
<i>X4 (k)</i>	-1.254	1.364	-0.919	0.379	-4.29	1.785
<i>X5 (Ra исх)</i>	2.546	1.364	1.866	0.091	-0.49	5.585

Задание 5. Оцените полученные результаты и проведите анализ данных, представленных в таблице 24 - таблице 25.

Дайте количественную оценку показателей качества шлифования в зависимости от технологических факторов.

Для исследования влияния технологических факторов на параметры качества поверхностного слоя и показатели износостойкости цилиндрических деталей из стали 45 был проведен дробный факторный эксперимент 2^{6-3} (таблице 26).

В качестве факторов рассматривались:

X_1 - способ предварительной обработки упрочняемых поверхностей: точение резцами из сплава **P30** ($X_1=+1$) и шлифование кругами из электрокорунда ($X_1=-1$);

X_2 - параметр шероховатости R_a предварительно обработанных поверхностей: $R_a = 0,9$ мкм ($X_2 = +1$) и $R_a = 2,8$ мкм ($X_2 = -1$);

X_3 - сила тока I при электромеханическом упрочнении:

$I = 1100A$ ($X_3 = +1$) и $I = 600 A$ ($X_3 = -1$);

X_4 – длительность импульсов тока $\tau_{и}$: $\tau_{и}=0,4с$ ($X_4 = +1$) и $\tau_{и} = 0,1с$ ($X_4 = -1$);

X_5 - способ чистовой обработки упрочненных поверхностей: шлифование кругами из электрокорунда ($X_5 = +1$) и точение резцами из гексанита ($X_5 = -1$);

X_6 – способ отделочной обработки упрочненных поверхностей: алмазное выглаживание ($X_6 = +1$) и вибрирование эластичными брусками из алмазов АС2 ($X_6 = -1$).

Электромеханическое упрочнение осуществлялось роликом из меди диаметром 57 мм и шириной 3 мм. Ролик прижимался к упрочняемой поверхности с усилием 120 *H*. Скорость вращения заготовки составляла 0,47 м/мин. Охлаждение производилось жидкостью, содержащей $Na_2CO_3 - 0,7\%$, $NaNO_2 - 2\%$, $NaNO_3 - 5\%$, остальное вода.

Таблица 26 - План дробного факторного эксперимента 2^{6-3} и показатели износостойкости трущихся пар

Номер опыта	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	Износ образца U_0 , мкм	Износ контртела U_k , мг
1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	12	3.79
2	+1	-1	-1	+1	+1	+1	5	0.67
3	-1	+1	-1	+1	+1	-1	5	0.55
4	+1	+1	-1	-1	-1	+1	14	1.62
5	-1	-1	+1	+1	-1	+1	14.5	1.41
6	+1	-1	+1	-1	+1	-1	6	0.57
7	-1	+1	+1	-1	+1	+1	9	0.48
8	+1	+1	+1	+1	-1	-1	13	2.99

Изнашивание упрочняемых образцов из стали 45 (диаметром 50 мм) проводилось на машине трения СМЦ-2 с контртелами из бронзы БР 05Ц5С5 при скорости скольжения 1,09 м/с и давлении 4 Мпа в условиях граничного трения. В таблице 26 приведены

данные по износу элементов трущейся пары после 125,16 км пути трения (для контртел) и соответственно 18,22 км (для образцов).

Таблица 27 - Вывод итогов дробного факторного эксперимента 2^{6-3} для результирующего параметра U_0 (по экспериментальным данным таблице 26)

ВЫВОД ИТОГОВ						
<i>Регрессионная статистика</i>						
Множес. R	0.999					
R-квадрат	0.999					
Нормир. R-квадрат	0.998					
Стандар. ошибка	0.177					
Наблюдения	8					
<i>Дисперсионный анализ</i>						
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Знач. F</i>	
<i>Регрессия</i>	6	115.937	19.323	618.333	0.030774	
<i>Остаток</i>	1	0.0312	0.0312			
<i>Итого</i>	7	115.969				
	<i>Коэфф.</i>	<i>Станд. ошибка</i>	<i>t-стат.</i>	<i>P-Знач.</i>	<i>Ниж. 95%</i>	<i>Верх. 95%</i>
<i>Y-пересечение</i>	9.8125	0.0625	157	0.004	9.018	10.607
<i>X1</i>	-0.3125	0.0625	-5	0.126	-1.107	0.482
<i>X2</i>	0.4375	0.0625	7	0.090	-0.357	1.232
<i>X3</i>	0.8125	0.0625	13	0.049	0.0187	1.607
<i>X4</i>	-0.4375	0.0625	-7	0.090	-1.232	0.357
<i>X5</i>	-3.5625	0.0625	-57	0.011	-4.357	-2.769
<i>X6</i>	0.8125	0.0625	13	0.049	0.018	1.607

Приведенные в таблице 27 и таблице 28 результаты построения регрессионной модели указывают на наличие влияния условий комбинированной упрочняюще-отделочной обработки на величины износа образцов U_0 и контртела U_k . На величину износа образцов U_0 оказывает влияние в основном фактор X_5 , а на величину износа контртела – факторы X_5 и X_6 .

**Таблица 28 - Вывод итогов дробного факторного эксперимента
 2^{6-3} для результирующего параметра U_k
(по экспериментальным данным таблица 26)**

ВЫВОД ИТОГОВ						
<i>Регрессионная статистика</i>						
Множес. R	0.915					
R-квадрат	0.837					
Нормиров. R-квадрат	-0.138					
Стандар. ошибка	1.336					
Наблюдения	8					
<i>Дисперсионный анализ</i>						
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Знач. F</i>	
Регрессия	6	9.19655	1.532758	0.858	0.678	
Остаток	1	1.78605	1.78605			
Итого	7	10.9826				
	<i>Кэфф.</i>	<i>Станд. ошибка</i>	<i>t-стат.</i>	<i>P-Знач.</i>	<i>Ниж. 95%</i>	<i>Верх. 95%</i>
Y-пересечение	1.51	0.472	3.196	0.193	-4.494	7.514
X1	-0.047	0.472	-0.100	0.936	-6.051	5.956
X2	-0.1	0.472	-0.212	0.867	-6.104	5.904
X3	-0.147	0.472	-0.312	0.807	-6.151	5.856
X4	-0.105	0.472	-0.222	0.861	-6.107	5.899
X5	-0.942	0.472	-1.995	0.296	-6.946	5.061
X6	-0.465	0.472	-0.984	0.505	-6.469	5.539

Аналитические модели по данным таблице 27 и таблице 28 можно приближенно записать в следующем виде:

$$U_0 \approx 9,81 - 3,56X_5;$$

$$U_k \approx 1,51 - 0,94X_5 - 0,46X_6 - 0,147X_3 - 0,105 - 0,1X_2.$$

Прокомментируйте справедливость полученных выводов.

Кроме того, при формировании вывода о влиянии исследуемых факторов на величины износа образцов U_0 и U_k следует учитывать возможное смешивание отдельных факторов.

Данному эксперименту, определяющими контрастами которого являются соотношения:

$$X_4 = X_1 X_2 X_3;$$

$$X_5 = - X_1 X_2;$$

$$X_6 = - X_1 X_3,$$

соответствует следующая система смешивания влияния факторов (взаимодействия факторов более высоких порядков не учитывались):

$$X_1 \approx - X_2 X_5 - X_3 X_6;$$

$$X_2 \approx - X_1 X_5 - X_4 X_6;$$

$$X_3 \approx - X_1 X_6 - X_4 X_5;$$

$$X_4 \approx - X_3 X_5 - X_2 X_6;$$

$$X_5 \approx - X_1 X_2 - X_3 X_4;$$

$$X_6 \approx - X_1 X_3 - X_2 X_4;$$

$$X_2 X_3 \approx X_5 X_6.$$

Задание для выполнения самостоятельной работы.

Для оценки влияния технологических факторов при вибрационной обработке алмазными эластичными брусками на информативные параметры шероховатости R_q , A , E , R_{qv} и E_v наружных цилиндрических поверхностей образцов из стали 40Х проведен полный факторный эксперимент 2^2 с четырьмя повторениями.

При этом были выбраны следующие технологические факторы и интервалы их варьирования:

фактор X_1 – скорость вращения заготовки V (12,8 – 6,4 м/мин);

фактор X_2 – номинальное давление алмазного бруска на обрабатываемую поверхность q (0,5 – 0,1 МПа).

Частота осцилляции брусков была постоянной – 1500 дв. ходов в минуту с амплитудой 4 мм. Время обработки составляло 10 с. Обработка осуществлялась при охлаждении керосином. Результаты экспериментальных исследований приведены в таблице 29.

1. Постройте уравнения множественной регрессии.
2. Оцените степень влияния каждого фактора на показатели шероховатости обрабатываемых образцов.
3. Постройте 95%-ные доверительные интервалы для

каждого из технологических параметров.

Например, обработка экспериментальных данных для параметра R_q методами регрессионного анализа (см. таблицу 30) позволила получить:

$$R_q = 0,667 + 0,061X_1 - 0,091X_2.$$

Таблица 29 - План эксперимента и информативные параметры шероховатости обработанных поверхностей

Номер опыта	Факторы		Показатели качества				
	X_1	X_2	R_q	A	E	R_{qv}	E_v
1	-1	-1	0,763	0,735	1,090	0,055	1,281
			0,662	0,606	-0,303	0,075	1,509
			0,606	-0,345	-1,182	0,044	2,055
			0,604	-0,579	0,315	0,045	1,203
2	+1	-1	0,927	-0,669	0,511	0,051	2,567
			0,917	0,191	0,763	0,074	3,840
			0,754	0,841	0,926	0,046	3,523
			0,828	0,051	0,546	0,049	4,462
3	-1	+1	0,561	0,268	0,405	0,059	5,137
			0,543	0,345	0,328	0,049	1,456
			0,581	-0,863	1,049	0,038	0,569
			0,533	0,173	1,464	0,049	1,912
4	+1	+1	0,659	1,274	4,212	0,069	4,272
			0,602	1,014	0,313	0,064	2,958
			0,638	-1,207	1,824	0,032	2,822
			0,489	0,183	1,765	0,034	9,228

Таблица 30 - Вывод итогов ПФЭ для результирующего параметра R_q
(по экспериментальным данным таблице 29)

ВЫВОД ИТОГОВ						
<i>R_q</i>						
<i>Регрессионная статистика</i>						
<i>Множест. R</i>	<i>0.840</i>					
<i>R-квадрат</i>	<i>0.706</i>					
<i>Нормир. R-квадрат</i>	<i>0.660</i>					
<i>Станд. ошибка</i>	<i>0.078</i>					
<i>Наблюдения</i>	<i>16</i>					
Дисперсионный анализ						
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Знач. F</i>	
<i>Регрессия</i>	<i>2</i>	<i>0.190</i>	<i>0.095017</i>	<i>15.58378</i>	<i>0.000353</i>	
<i>Остаток</i>	<i>13</i>	<i>0.079</i>	<i>0.006097</i>			
<i>Итого</i>	<i>15</i>	<i>0.269</i>				
	<i>Коэфф.</i>	<i>Станд. ошибка</i>	<i>t-стат.</i>	<i>P-Знач.</i>	<i>Ниж.95%</i>	<i>Вер.95%</i>
<i>Y-пересечение</i>	<i>0.667</i>	<i>0.019</i>	<i>34.152</i>	<i>4.11E-14</i>	<i>0.624</i>	<i>0.709</i>
<i>X1</i>	<i>0.061</i>	<i>0.019</i>	<i>3.077</i>	<i>0.009</i>	<i>0.018</i>	<i>0.102</i>
<i>X2</i>	<i>-0.091</i>	<i>0.019</i>	<i>-4.658</i>	<i>0.0004</i>	<i>-0.133</i>	<i>-0.049</i>

ГЛАВА 6. ИННОВАЦИОННЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ В УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ

Современный период развития образования четко обозначил необходимость обновления важнейших приоритетов в области образования в соответствии с мировыми тенденциями. Важнейший из приоритетов качества образования нашел свое отражение в национальной доктрине Российского образования. Это обстоятельство вызвано наличием основного противоречия между современными подходами к повышению качеству образования, обеспечиваемому образовательными учреждениями и ограниченностью, применяемых подходов и технологий в процессе управления.

Воплощение в жизнь системного управления качеством на всех уровнях обеспечивает непрерывность процесса, так как на отдельных стадиях его осуществляются под процессы: определение целевых приоритетов, ресурсного, программного и технологического обеспечения, мониторинга результатов обучения.

Разработка эффективной действующей системы управления качеством определяется множеством требований и факторов, создающих дискомфорт или, напротив, обеспечивающих адаптивность.

Анализ состояния проблемы указывает и на причины ее происхождения в новых условиях нашего общества:

- кризис прежних систем ценностей и приоритетов, формирование нового общества, построенного на общечеловеческих и национальных ценностях;
- усиление процессов стратификации и в этой связи развитие рынка образовательных услуг;
- неравномерное развитие социально-экономических условий и в этой связи расслоение общества на богатых и бедных;
- активизация деятельности региональных конфессий и возрождение духовной жизни общества;
- развитие теории и практики управления на основе достижений менеджмента и маркетинга, появление и применение в практике работы образовательных учреждений международных стандартов качества ИСО;
- переход развитых образовательных систем на

прогрессивные модели и технологии обучения и др.

Все эти причины дают достаточные основания для поиска эффективных механизмов управления качеством.

6.1. Содержание и процедуры оценки качества образования

Качество - это степень соответствия присущих характеристик требованиям.

В категории качества воплощается социальный заказ на учебно-воспитательную деятельность. Это своего рода приемлемые требования

на конечные результаты работы образовательного учреждения, что не означает унификации форм, методов, организации педагогического процесса. Напротив, выполнение объективно необходимого, обусловленного и конкретизированного социального заказа исключает единообразие высшей школы, предполагает широкое развитие творческих начал в ее деятельности, постоянный педагогический поиск.

Качество образования представляет собой систему показателей (или нормативов) знаний, умений и навыков, норм ценностно-эмоционального отношения к миру и друг к другу.

Качество - это нормативный уровень, которому должна соответствовать «продукция» отрасли просвещения. Очевидно, что понятие «качество образования» следует рассматривать, с одной стороны, с позиций самого образовательного учреждения (поставщика) предоставлять комплекс услуг и, с другой стороны, потребностей личности и общества (потребителей) с позиций прогноза ее деятельности в будущем.

Качество образования - это есть равнодействующая следующих составляющих: потребностей личности и общества, целевых приоритетов, спрогнозированного процесса и результата. Качество образования относительно образовательного учреждения находит свое выражения в качестве образовательного процесса. Образовательный процесс является основным процессом в системе образования, основополагающим его результатом выступает образованность студента, это мера достижения личностью определенного уровня развития свойств и структур, которые соответствуют потребностям индивида.

В процессе управления качеством появляется необходимость в разработке программ качества. Это система спрогнозированных

процедур, мер, мероприятий для обеспечения конкретных норм и требований к образовательному продукту (индивиду), проекту, процессу.

Управление реализацией программ качества образования (образовательного процесса) необходимо проектировать с учетом системы принципов, которые одновременно могут быть и показателями эффективности.

Среди принципов качества образования можно выделить следующие:

- принцип системности и функциональности, который отражает целенаправленность образовательного процесса, организованность, технологичность, обеспеченность ресурсами всех уровней управления качеством;
- принцип непрерывности и надежности, характеризующий структурную организованность и функциональную исполнительность в непрерывной системе управления качеством;
- принцип продуктивности, предполагающий прирост какой-либо системы учебных и вне учебных занятий в совокупном результате образовательного процесса (образовательного продукта);
- принцип оптимальности предполагает соотношение затрат сил, ресурсов, времени и полученного результата (образовательного продукта);
- принцип адаптивности, показывает степень приспособляемости индивида к образовательному процессу и формируемым качествам для будущей жизни и деятельности в социуме. Объективный анализ деятельности образовательных учреждений в контексте системы качества и стандартов.

Для оценки качества образования можно использовать следующие составляющие:

- организационные структуры управления качеством;
- административные процедуры управления качеством;
- обеспеченность основными ресурсами (кадры, финансы, материально-техническая база и др.);
- анализ и оценка основного и вспомогательных

процессов управления качеством образования, результаты образовательного процесса и его участников, степень их соответствия нормам и стандартам (обученность, воспитанность, компетентность, личные достижения педагогов и руководителей, выполнение планов и программ);

- анализ и оценка документации образовательного учреждения.

На сегодняшний день нет единой государственной системы анализа и оценивания этих основных показателей, но в целом и составляет проблему управления качеством образования, которую необходимо исследовать на всех уровнях управления.

6.2. Диагностика качества образования

При использовании мониторинга в образовательном процессе возникают вопросы, какие критерии не измерять, как и зачем оценивать качество образования? Какой характер должна носить диагностика, и как ее результаты могут быть использованы в управлении качеством образования? В решении этих вопросов необходимо руководствоваться общими функциями образовательной диагностики.

Диагностика - это компонент структуры образовательной программы, при этом роль диагностики состоит в коррекции образовательного процесса, это информация для преподавателей и администрации вуза при отборе учебных программ и педагогических технологий обучения. Средства - тестирование учебных результатов (дидактическая диагностика) и психологическая диагностика (развитие психических функций).

Вопросы, на которые должны получить ответы и дополнительную информацию преподаватели и администрация вуза:

1. соответствуют ли оценки, которые выставляет педагоги реальным знаниям обучающихся? Какова степень объективности контроля качества знаний?

2. выводы о необходимости использования тестирования для текущего контроля знаний, умений и навыков, чтобы снять элемент новизны способа контроля, которая может дать снижение результатов из-за отсутствия опыта тестирования обучающихся.

6.2.1. Системно - комплексная диагностика

Диагностика должна носить системно-комплексный характер и включать в себя социально-педагогическое, социально-психологическое и дидактическое исследования.

Комплексность - это совокупность видов и методик диагностики, а системность - это систематичность проведения и корреляционный анализ результатов, сравнение разных видов диагностик и установление взаимосвязи между их показателями, выявление «узлов» связей, наибольшего процента соответствия. Управление качеством образования - это управление процессом целостного развития обучающихся с использованием педагогических средств образовательного учреждения. В структуре качества образования как конечного результата, выраженного в целостности развития специалиста, можно выделить ряд показателей: первичные, вторичные и третичные компоненты. В экстремальных ситуациях побеждает тот человек, у которого больше и лучше развиты интегральные показатели, «узлы» взаимодействия структур разных уровней и их компонентов.

Факторами целостного развития человека в образовательной системе являются следующие:

1. Генетические факторы. Генетическая природа человека в наименьшей степени поддается изменениям и, как правило, играет доминирующую роль. Какова степень социального наследования в современной семье, и как это влияет на обучение? Доказывается, что наследуются психофизические свойства, а социальные.

2. Социально-экономические факторы.

3. Психолого-педагогические факторы вузовской социально-педагогической системы создают или не создают среду развития человека (престижность высоких результатов).

4. Личностные факторы, которые влияют на социально-психологические образования в личности студента, в формировании личностной и духовной зрелости растущего человека.

5. Результаты, которые характеризуют все виды зрелости растущего человека на каждой ступени обучения: обученность, мотивация, творческие способности, здоровье, духовно-нравственное развитие (потенциал личности).

Анализ качества образования предполагает учет следующих общих показателей обучения:

- Качество успеваемости - совокупность знаний, умений и навыков.
- Интерес к процессу обучения, мотив ответственности, высокая мотивация достижения успеха, социально - нравственные ориентации.
- Бес стрессовое обучение, особенно в кризисные периоды развития.
- Стабилизация здоровья обучающихся.
- Удовлетворенность преподавателей работой.

Смысл нового подхода к диагностике - принятие новых управленческих решений в обеспечении качества образования в современном вузе.

6.3. Интегральные критерии оценки качества управления образованием

Центральный вопрос проблемы качества управления образовательной средой состоит в определении того, что необходимо измерять при оценке результатов работы образовательных учреждений. От этого во многом зависит правильность решения второго важнейшего вопроса - как измерить качество образования, который выдвигает на обсуждение весь комплекс задач, связанных с использованием соответствующих средств измерения.

Оценка качества управления образованием имеет как теоретическое, так и практическое значение, поскольку на ее основе фиксируются недостатки в управлении, и делается вывод о целесообразности управленческих действий. На качество управления образованием влияет множество различных факторов. Причем, чем сложнее организация и беспокойнее обстановка, тем больше таких факторов и тем сложнее их взаимодействие и взаимозависимость данных факторов. Влияние огромного числа факторов, естественно, затрудняет оценку качества управления вузом: сложно выделить в чистом виде результаты управленческих воздействий, что приводит к сложности определения измерителей качества. Критерии оценки качества управления образованием могут быть субъективными в том смысле, что в их качестве непосредственно выступает характер модельного представления

образовательной организации. В конечном итоге все критерии такого рода могут быть сведены к модельным, поскольку с их помощью всегда можно установить, что прежняя модель управления образованием (которая всегда имеется) почему-либо не удовлетворяет поставленным задачам.

В исследованиях по теории управления образовательной средой традиционно обращается внимание на два основания вида критериев (показателей) оценки качества управленческой деятельности: изменения в объекте управления и изменения в субъекте управления.

В случае изменений в объекте управления на первое место выходит критерий результативности. Здесь важно выделить два момента. Первый из них состоит в том, что авторы при выделении критериев результативности опираются на гипотетически сформулированные представления о структуре конечных результатов деятельности образовательной организации. Как правило, акцент делается на выделении целого ряда конечных результатов, факторов, влияющих на их качество, и условий успешного достижения этих результатов. Причем одновременной оценке подвергаются и конечные результаты, и факторы, и условия. При этом выделяются определенные показатели, предназначенные для характеристики конечных результатов деятельности образовательной организации. Ценность введения критерия результативности определяется его значимостью в целостной оценке качества работы.

Вторым моментом, характеризующим особенности этого критерия, является наличие отчетливо проступающего «разрыва» между содержанием критерия и предлагаемыми в управленческой литературе методами, средствами, с помощью которых должны быть получены данные, необходимые для характеристики критерия. Дело в том, что рекомендуемые в специальной литературе методики измерения позволяют получить сведения, касающиеся отдельных конечных результатов. В итоге сложным оказывается получение системы данных, характеризующих достижение цели работы.

Критерий, определяющий изменения в субъекте управления (системе управления), представлен чаще всего либо показателями оценки качества каждого вида управленческой деятельности, либо показателями, характеризующими отдельные аспекты управления.

С целью оценки по выделенным показателям, как в первом, так и во втором случаях используются качественные экспертные оценки. При этом использование балльных оценок для фиксирования степени проявления того или иного показателя позволяет вычислять коэффициент качества каждого вида управленческой деятельности (отдельного аспекта), так и всего управления в целом. Однако следует отметить, что конкретное использование рассмотренных критериев оценки качества управления образованием нецелесообразно с точки зрения следующих положений:

- Во-первых, качество управления образовательной средой в значительной степени определяется характером взаимодействия субъектов вуза, поэтому содержание критериев и показателей должно быть ориентировано на одновременную фиксацию изменений не только в развитии управляемых, управляющих и вуза в целом, но и в самом взаимодействии.

- Во-вторых, важны критерии, позволяющие установить, как использовались возможности вуза и ее субъектов. Объективно один и тот же результат управления, может быть, достигнут за счет различной активности субъектов образовательного процесса. Но достижение запланированных результатов можно построить и по-другому. Для этого необходимо в основу достижения положить преобразующую деятельность, базирующуюся на сотворчестве субъектов взаимодействия и требующую ранее неиспользованных возможностей.

- В-третьих, в управлении большое значение имеет то, какими мерами осуществляется достижение цели - экстенсивными или интенсивными. В этом смысле критерии оценки качества управления сами должны служить стимулом и создавать условия для роста эффективности использования возможностей внутренней и внешней среды вуза.

Приведенные позиции, как представляется, согласуются с новой парадигмой образования – личностно - ориентированной, позволяющей соотнести решение вопроса о критериях оценки качества управления образованием. Отмеченные позиции можно расценивать как основания определения интегральных и функциональных критериев оценки качества управления вузом.

Первым интегральным критерием является социальный тонус личности (социальной группы). Феномен «социальный тонус» вводится философами для характеристики саморазвития личности, социальной группы. Социальный тонус рассматривается как субъективно складывающийся у личности духовно-практический настрой, служащий источником активных действий человека по раскрытию личностного потенциала.

Выделение социального тонуса в качестве интегрального критерия обусловлено тем, что он предшествует активным действиям субъекта. Он выражает «настрой» субъектов взаимодействия - суммирует проявляемое у них мотивов «развития». Показателями проявления социального тонуса служат: целеустремленность субъекта, тип ценностно-ориентационной регуляции, оценка субъектом своего положения во взаимодействии с другими.

Значимость первого интегрального критерия выступает особенно отчетливо в связи с другим критерием - практической готовности субъектов к саморазвитию. Дело в том, что высокий социальный тон является необходимым условием саморазвития субъекта (индивидуального и группового). Готовность к саморазвитию выступает достаточным условием этого развития. В оценке качества управления образованием эти два критерия оказываются взаимосвязанными.

Практическая готовность вуза (компонента, личности) к саморазвитию - сложное образование, состоящее из разнообразных по содержанию компонентов: готовности к самоопределению своего потенциала, самореализации, самоуправлению. Эти компоненты рассматриваются в качестве показателей второго интегрального критерия.

Третьим интегральным критерием выступает критерий интенсификации, который позволяет установить, насколько полно используются индивидуальные и групповые субъектами свои возможности и ресурсы окружающей среды. В соответствии с этим критерием производится экспертная оценка уровня использования школой различных блоков своих возможностей.

Четвертый интегральный критерий отражает результаты саморазвития вуза, а значит и результат управления образованием с точки зрения роста участников образовательного процесса. Таким критерием является критерий совершенствования. Этот критерий

обеспечивает сравнение «прошлого» и «настоящего» одного и того же субъекта (индивидуального или группового) и тем самым позволяет делать вывод о качестве управления образованием.

Критерий совершенствования позволяет выравнять стартовые условия для вузов с разным научно-методическим уровнем, стимулирует более активную реализацию технологических инноваций. Образовательные учреждения с невысокими научно-методическими возможностями могут существенно повысить свою эффективность, активно внедряя и осваивая уже известные технологии. Образовательные учреждения с высоким научным потенциалом обеспечения динамичного роста качества своей работы будут «вынуждены» играть роль «первопроходцев», разрабатывая и осваивая принципиально новые технологии.

Система критериев определяет комплекс диагностических средств, с помощью которых возможно получить данные, необходимые для характеристики каждого критерия. Представленная система, безусловно, носит общий характер, и поэтому ее использование в практике должно осуществляться с учетом конкретных условий. Разработанная система критериев и показателей оценки качества управления образовательной средой является достаточно гибкой, позволяющей диагностирующему субъекту использовать их в зависимости от условий конкретной образовательной организации и уровня управления образованием в целом. Но в любом случае, полученные в результате оценки данные характеризуют качество управления образованием.

Организация мониторинга по выделенным критериям и показателям позволяет выявлять тенденции, как в развитии конкретного образовательного учреждения, так и в процессе управления образованием.

Качество образования, отраженное в детализированных нормативах социального заказа - стандартах образования, заставляет по-новому подходить к оценке уровня образовательной подготовки студентов, а также к результатам педагогического процесса.

Достоинством тестирования знаний обучающихся на различных этапах образовательного процесса в соответствии с изучаемыми дисциплинами в том, что появляется возможность увеличить объем анализируемой и обрабатываемой информации,

делает сам процесс измерения массовым, что повышает достоверность получаемых выводов, существенно расширяет возможности анализа результатов.

Вместе с тем, соотнесение фактических результатов с нормативно заданным уровнем с помощью процесса тестирования не дает возможности осуществить поэлементный анализ затруднений у обучающихся, выявить наиболее общие и индивидуальные тенденции, отражающие причины допускаемых ошибок в процессе их мыслительной деятельности. В самом тестировании этот процесс не предусмотрен. Разработанные в настоящее время целевые показатели обученности и воспитанности и адекватные им измерители не позволяют в настоящее время конкретизировать понятие качества. Это степень соответствия результатов учебно-воспитательного процесса, выраженных в характеристиках обученности и воспитанности, их социально обусловленному нормативному (целевому) уровню.

При этом качество определяет не только одномоментной оценкой соответствия фактических знаний, умений, навыков, ценностно-эмоционального отношения к миру, опыта творческой деятельности обучающихся, но и позволяет в случае повторного использования диагностических методик выявлять на основе сравнения результатов измерений динамику изменений в уровне обученности и воспитанности.

6.4. Анализ существующих методов оценки знаний обучающихся

Контроль знаний и умений обучающихся - один из важнейших элементов учебного процесса. От его правильной структуры и организации во многом зависят эффективность управления учебно-воспитательным процессом и качество образования.

Представление о проверке знаний как об отдельной составляющей образовательного процесса имеет принципиальное значение. Контроль эффективности усвоения материала является обязательным компонентом, востребованным на всех стадиях обучения. Обучение не может быть полноценным без регулярной и объективной информации о том, как усваивается обучающимися материал, как они применяют полученные знания для решения практических задач.

Благодаря контролю между преподавателем, обучающимися и работодателем устанавливается «обратная связь», которая позволяет оценивать динамику усвоения учебного материала, действительный уровень владения системой знаний, умений и навыков и на основе их анализа вносить соответствующие коррективы в организацию учебного процесса.

Достижение высокого качества обучения возможно только при наличии объективных методов диагностики. К сожалению, традиционная форма оценивания уровня знаний в форме опроса, экзамена, проводимого человеком, весьма субъективна.

По мнению К.Ингенкампа [3] при использовании пятибалльной шкалы преподаватель выставляет оценки с разбросом плюс, минус 1 балл, то есть с точностью 20%. Из этого следует, что за одни и те же знания, испытуемый может быть оценен разными экзаменаторами на «2», на «3» и на «4». Более того, К.Ингенкамп указывает, что один и тот же экзаменатор в разные моменты времени, например с интервалом, в 1 месяц, также по разному оценивает один и тот же ответ. Ясно, что столь неточный «измерительный прибор», каковым является человек, существенно снижает эффективность диагностики учебного процесса. По этой причине, в качестве контрольно-измерительного мероприятия выбирается тестирование. Сам процесс тестирования учебных достижений разбивается на три процесса:

- 1) разработка теста;
- 2) процедура тестирования;
- 3) обработка и интерпретация результатов тестирования.

Талызина Н.Ф. [4] приводит пример неудачного использования контролирующих устройств (тестеров). Программа контроля (тест) для этих устройств разрабатывалась различными преподавателями. Последовательная проверка одного и того же контингента обучающихся по одной и той же теме, но по разным тестам, показала различные уровни достижений. Это говорит о том, что тесты были не валидными, а возможно и ненадежными. Разумеется, объективность контроля в этом случае низкая и такое тестирование использовать нельзя.

Гальтон ввел в теорию тестирования три фундаментальных принципа, используемых и по сей день:

1. применение серии одинаковых испытаний к большому количеству испытуемых.
2. статистическая обработка результатов.
3. выделение эталонов оценки.

Все современные тесты построены на основе статистической теории измерений, а идея эталона оценки лежит в основе определения теста как стандартизованного инструмента. Термин «умственные тесты» ввел Дж. Кеттел (Cattell J., 1860-1944). Дж. Кеттел считал тест средством для проведения научного эксперимента с соответствующими требованиями к чистоте эксперимента.

Таковыми требованиями он определял [7]:

1. одинаковость условий для всех испытуемых;
2. ограничение времени тестирования приблизительно одним часом;
3. в лаборатории, где проводится эксперимент, не должно быть зрителей;
4. оборудование должно быть хорошим и располагать людей к тестированию;
5. одинаковые инструкции и четкое понимание испытуемыми, что нужно делать;
6. результаты тестирования подвергаются статистическому анализу, находят минимальный, максимальный и средний результат, рассчитывают среднее арифметическое и среднее отклонение.

Эти идеи, выдвинутые Дж. Кеттелом, составляют основу для современной тестологии. Большой вклад в развитие тестов интеллекта внес французский психолог Альфред Бине (Binet A., 1857-1911) совместно с Теодором. Если первоначально развивалось психологическое тестирование, то в последующем, Маккол В.А. предложил различать тесты психологические - тесты умственного развития (Intelligence Test) и педагогические - тесты учебных достижений (Educational Test)[7].

Основоположником педагогических измерений считается Эдуард Ли Торндайк. Именно Торндайком были созданы первые научно обоснованные педагогические тесты, снабженные нормами.

В своей «Педагогической диагностике» Карлхайнц Ингенкамп [8] утверждает, что традиционные способы оценки, существующие в системе образования, срочно нуждаются в систематическом

дополнении объективными методами. При этом необходимо найти научное обоснование методики оценок. Без разумного использования информативных тестов добиться существенного улучшения в оценочной практике учителей невозможно. Это, безусловно, верное утверждение, справедливое не только для Германии, но и для России.

Наряду с всеобщим распространением тестов, нарастала и их критика. Дж. Равен [20] указывает на научные и этические аспекты экспансии тестологии в сфере образования. Дж. Равен, считает, что традиционные тесты достижений не могут должным образом оценить результаты педагогического процесса, в частности, они не подходят для выявления одаренности учащихся.

В послевоенные годы, работы в области тестирования начали возрождаться, а в 70-80-х годах прошлого столетия педагогическое тестирование стало усиленно развиваться в рамках технологии программированного обучения.

Важную роль в становлении отечественной тестологии сыграли работы Беспалько В.П. [21], [22] и Талызиной Н.Ф. [23], [24], [25] Согласно В.П. Беспалько процесс обучения должен быть технологичным и диагностичным. Если нет достоверной диагностики, то нет и учебного процесса. Н.Ф. Талызина, рассматривая вопросы управления процессом учения, анализирует проблемы педагогической оправданности применения тестов различного типа.

В 1989 году В.С. Аванесовым было выпущено учебное пособие «Основы научной организации педагогического контроля в высшей школе» [26], внесшее большой вклад в развитие теории и практики отечественной тестологии. В.С. Аванесов является приверженцем современных технологий в образовании, большую просветительскую деятельность он осуществляет в глобальной сети Интернет. Журнал «Педагогические измерения», главным редактором которого является В.С. Аванесов, является авторитетным изданием, где публикуются работы отечественных и зарубежных тестологов. А.Н. Майоров называет Вадима Сергеевича Аванесова классиком отечественной тестологии и с этим трудно не согласиться. Профессор Марина Борисовна Чельшкова широко известна в кругах тестологов, а ее учебное пособие «Теория и практика конструирования педагогических

тестов» [27], вышедшее в 2002 году пользуется всеобщим признанием.

Очень важные вопросы стандартизации педагогических тестовых материалов подняты в работе Б.У.Родионова, А.О. Татура [28]. Педагогический тест является измерительным инструментом и это должен быть качественный инструмент, позволяющий получать достоверные результаты. В создании качественных педагогических тестов чрезвычайно велика роль стандартов, которым должны соответствовать педагогические тестовые материалы.

Эти работы имеют большое значение для развития теоретических основ отечественной тестологии. Традиционные контрольные процедуры страдают субъективизмом и неопределенностью оценок. В этой связи Ю.М. Нейман и В.А. Хлебников отмечают, что принципиально изменить ситуацию можно лишь в том случае, если подходить к оцениванию знаний как к процессу объективного измерения, а результаты таких измерений обрабатывать стандартными математическими методами и сопровождать стандартными характеристиками точности. Ими указывается, что педагогический тест, в отличие от, например, контрольной работы, можно рассматривать как своеобразный измерительный инструмент определенной разрешающей силы и точности.

Информационные и телекоммуникационные технологии оказывают сильное воздействие, как на организационные формы, так и на обработку результатов тестирования. В работе В.И. Нардюжева и И.В. Нардюжева [33] рассмотрены вопросы построения системы компьютерного тестирования. Программные разработки этих авторов использовались для организации абитуриентского компьютерного тестирования Федеральным центром тестирования Минобразования РФ (ЦТ МО РФ). Е.А. Михайлычев [34]. Если исходить из того, что дидактика - это теория обучения, а педагогика - теория и обучения и воспитания, то термин, предложенный Е.А. Михайлычевым представляется более точным, нежели термин «педагогическое тестирование». Однако следует отметить, что в научной терминологии уже устоялся термин «педагогическое тестирование». Е.А. Михайлычевым очень обстоятельно описаны проблемы валидизации теста и пути их решения.

Следует отметить вклад А.А. Маслака в разработку конструкторов, содержащих индикаторные переменные для социально-экономических систем, анализ точности педагогических измерений на основе модели Раша. В качестве эффективного инструмента в исследованиях А.А. Маслака используется программное средство RUMM (Rasch Unidimensional Measurement Model), разработанное под руководством профессора Д. Эндрича [17].

В монографии В.Ю. Переверзева [36] рассматриваются характеристики критериально-ориентированных тестов и их сравнение с нормативно-ориентированными тестами, описываются методики определения оптимального количества заданий в тесте. В справочном руководстве [37] приводится обширный справочный материал по разработке тестовых заданий, как для бланкового, так и для компьютерного тестирования.

На Дальнем Востоке большой вклад в развитие тестологии внес И.А. Морев [39]. В Тихоокеанском институте дистанционных образовательных технологий (ныне Открытый университет ДВГУ), руководимым профессором В.И. Вовной, И.А. Морев теоретически обосновал и реализовал на практике технологию «мягкого, непрямого» тестирования (зарубежные аналоги - «grading» и др.) в форме деловых компьютерных игр. Под руководством И.А. Морева был разработан ряд компьютерных программ-тестеров. Большой статистический материал (несколько десятков тысяч испытуемых) позволил И.А. Мореву обнаружить важные закономерности, взглянуть на тестирование не только как на измерительный, но и как на полноценный дидактический инструмент.

И.А. Моревым показано, что тестирование, при определенных технологических условиях, способно успешно стимулировать рост мотивации обучающихся к учебному процессу, рост показателей их обученности и обучаемости [40], [41].

В Тихоокеанском военно-морском институте В.В. Черненко проводит интересные исследования как в области технологии применения тестов достижений, так и в области интерпретации полученных результатов. Работы К.Г. Кречетникова [43], [44] посвящены вопросам организации контроля и корректировочных действий в информационной образовательной среде вуза.

Педагогическое тестирование развивалось и в Уссурийском государственном педагогическом институте. С 1994 года в УГПИ

разрабатывались тестовые задания по школьному и вузовскому курсам физики, информатики. Выполнялась статистическая обработка результатов тестирования, создавались компьютерные программы, как для тестирования, так и для обработки полученных результатов [45], [46], [47], [48], [49]. Технология «мягкого, непрямого» тестирования разрабатывается О.Н. Фалалеевой [50]. Для организации абитуриентского тестирования был создан региональный межвузовский центр тестирования.

Из приведенного, очень краткого и неполного обзора следует, что тестирование учебных достижений широко используется за рубежом и довольно высокими темпами развивается в России. Рассмотрим основные понятия и термины, необходимые для однозначного понимания дальнейших утверждений, суждений и выводов.

6.5. Технология контроля качества усвоения обучающимися учебного (или изучаемого) материала

Тестовый контроль, применяемый в процессе комплексной оценки качества знаний студентов, помогает с помощью стандартизированных подходов выявить группы обучающихся с различным уровнем подготовки и потенциалом знаний.

Способность применить знания зависит от их глубины, полноты и системности. Чем чаще специалист использует знания, тем они прочнее. Они прочнее и тогда, когда включены в определенные взаимосвязи и составляют систему.

В основе современной оценки качества знаний обучающегося становится модель, на базе которой формируется поведение, направленное на сохранение целостности и устойчивости процесса обучения. Формирование данной модели можно объяснить наличием методологического принципа, в основе которого есть утверждение, что неустойчивые структуры, не приспособившиеся формы, если они и возникают, не сохраняются.

Увеличение спроса на высококвалифицированную рабочую силу усилило процессы изменения, происходящие в системе высшего образования. Была создана система единых образовательных стандартов, что позволило обеспечить необходимую мобильность специалистов на рынке труда, увеличить чувствительность рынка труда к уровню образования и предоставить возможность продолжать обучение и непрерывно

повышать квалификацию молодых работников различных профессий.

Таким образом, современное образование стало одним из важнейших факторов общественного развития, с одной стороны, и развития индивидуума – с другой. Образование в широком смысле позволяет оценить степень развития человеческой личности и общества в целом, оказывает сильное воздействие на различные аспекты человеческой деятельности, включая образ жизни, гражданские качества, этическое поведение, является одним из ключевых измерителей, предусмотренных концепцией человеческого развития.

Все вышесказанное подтверждает необходимость подготовки высококвалифицированных кадров, способных ориентироваться в современном обществе. В связи с этим возрастают требования к качеству подготовки специалистов высшей школой, а как следствие и необходимость разработки методики оценки качества знания обучающихся.

Существует несколько наиболее популярных подходов к оценке знаний:

- Система 5-ти баллов;
- Зачет/незачет;
- Тестирование.

Рассмотрим эти подходы подробнее:

Система 5 баллов

В рамках этой системы дается оценка знаний по пяти уровням:

- Отлично – за точное и прочное владение материалом в заданном объеме. В письменной работе не должно быть ошибок, при устном опросе речь студента должна быть логически обоснована и стилистически правильна.
- Хорошо – за прочное овладение предметом при малозначительных неточностях, пропусках и ошибках.
- Удовлетворительно – за владение предметом с заметными пробелами, неточностями, но такими, которые не препятствуют дальнейшему обучению.
- Неудовлетворительно – за незнание предмета, большое количество ошибок в устном ответе или в письменной работе.

Представив пятибалльную систему в процентах, получим разброс между соседними баллами в 20%. Это говорит о не достаточно высокой точности оценки знаний. Но данная система имеет широкое применение в различных образовательных учреждениях.

Недостатки 5-ти бальной системы:

- Субъективность;
- Слабая дифференцирующая способность оценки.

Система зачет/незачет:

В этом методе присутствуют всего 2 уровня оценки знаний. Зачету соответствует результат не менее 50% правильных ответов от общего количества вопросов, все, что ниже этого считается незачет. Здесь наблюдается еще больший разброс, чем в предыдущем методе. Такая система хорошо подходит, чтобы проверить большое количество человек, но дает общую, приблизительную информацию о знаниях обучающихся.

Тестирование:

Современные условия развития цивилизации дали толчок развитию образовательной системы, ее новых форм и методов. Появилась необходимость в разработке новых методов оценки качества знаний обучающихся. Важная роль в развитии данных методов принадлежит тестовому контролю. В последнее десятилетие получило широкое распространение такое направление исследования, как тестология.

Преимуществами использования теста как элемента комплексной оценки качества знаний являются одинаковые условия для всех испытуемых, единство инструкций и четкое их понимание обучающимися. Эти фундаментальные принципы положены в основу стандартизации процедуры проведения тестирования.

Тестирование – это любое испытание с целью выявления и измерения степени усвоения учебного материала. С этой точки зрения любой экзамен или зачет по предмету есть тестирование, а совокупность средств и методов, используемых в этом случае, можно охарактеризовать как «системы тестирования» или «тестовые системы».

В наиболее общем виде функциональное значение теста может быть представлено следующим образом:

- это объективное и стандартизированное измерение, легко поддающееся количественной оценке, статистической обработке и сравнительному анализу;
- это стандартизированные задания, по результатам, выполнения которых судят о степени усвоения аттестуемой дисциплины;
- это специфический инструмент, состоящий из совокупности заданий или вопросов и проводимый в стандартных условиях, позволяющий выявить уровень владения какими-либо экономическими видами деятельности и т.п.;
- это стандартизированное испытание, предназначенное для установления количественных и качественных индивидуально-психологических особенностей.

Тест – это инструмент, состоящий из квалитметрически выверенной системы тестовых заданий, стандартизированной процедуры проведения и заранее спроектированной технологии обработки и анализа результатов, предназначенный для комплексной оценки качества знаний обучающихся, изменение которой возможно в процессе систематического обучения, рисунок 1.



Рисунок 1 - Формы тестовых заданий

Целесообразно иметь представление о разграничении тестов и не тестов. Тест не является аналогией экзаменационным вопросам, анкетам, головоломкам и пр. В его основе лежит специально подготовленный и испытанный набор заданий, позволяющих объективно и надежно оценить исследуемые качества и свойства на основе использования статистических методов.

Формально это сделать достаточно просто, используя приведенное определение: тест в качестве составляющих должен иметь, по крайней мере, три элемента – систему заданий, зафиксированную документально технологию предъявления и отработанную систему проверки, обработки и анализа результатов, которые должны составлять единство.

Тесты как измерительный инструмент используются в большинстве стран мира. Их разработка и использование основаны на мощной теории и подтверждены многочисленными эмпирическими исследованиями. Тестология как теория и практика тестирования существует более 120 лет, и за это время накоплен громадный опыт использования тестов в различных сферах человеческой деятельности, включая образование. Тесты являются универсальным средством оценки, границы использования тестирования достаточно хорошо известны, и это знание даёт уверенность в том, что профессионально подготовленный и использованный тестовый инструмент даст качественную и надежную информацию, соответствующую реальному положению дел.

Тесты становятся значительно более качественным и объективным способом оценки, объективность тестирования достигается путем стандартизации процедуры проведения (на всех этапах проведения тестирования невозможно внести субъективную составляющую в оценку) и путем стандартизации проверки показателей качества заданий и тестов целиком.

Кроме того, тесты – более наукоёмкий инструмент: показатели тестов ориентированы на измерение степени, определение уровня усвоения ключевых понятий, тем и разделов образовательной программы, умений, навыков и пр., а не на констатацию наличия у обучающихся определённой совокупности усвоенных знаний. Стандартизированная форма оценки, используемая в тестах достижений, позволяет соотнести уровень достижений по дисциплине в целом и по отдельным его разделам со средним

уровнем достижений обучающихся и уровнями достижений каждого из них.

Тесты также являются более объёмным инструментом – выполняя тестовую работу, каждый обучающийся выполняет задания, используя знания по всем темам, изучение которых предусматривала программа. На устный экзамен обычно выносятся 20 – 25 тем. Но обучающийся получает билет, в котором содержатся вопросы только двух тем. Тест позволяет проверить качество знаний по всем освоенным темам программы.

В отличие от традиционных методов итоговой аттестации, это более мягкий инструмент, так как он ставит всех в равные условия, используя единую процедуру и единые критерии оценки, что приводит к снижению предэкзаменационных нервных напряжений.

Можно отметить и гуманизм тестирования, который заключается в том, что всем предоставляются равные возможности, а широта теста даёт возможность показать достижения на широком поле материала. Таким образом, обучающийся получает некоторое право на ошибку, которого он при традиционном способе оценивания не имеет.

Привлекательными оказываются тесты и с точки зрения управления. Они дают широкую возможность для варьирования сложности тестового материала, широты охвата, целевой направленности, включения в тест нескольких компонентов структуры знаний, что позволяет создать инструмент, учитывающий самые взыскательные требования. Система показателей качества теста даёт возможность оценить, насколько реально созданный инструмент соответствует этим требованиям, и использовать его строго в соответствии с этими требованиями.

Вместе с тем нельзя отрицать, что тесты достижений также могут в определенной степени предсказывать темпы продвижения учащегося в той или иной дисциплине, поскольку имеющийся на момент тестирования высокий или невысокий уровень овладения знаниями не может не отразиться на дальнейшем процессе обучения.

Для того чтобы правильно ответить на вопросы, входящие в тест достижений, необходимы знания конкретных фактов, дат и др. Старательный обучающийся, обладающий хорошей памятью, без труда может найти правильные ответы в заданиях теста.

Наряду с тестами достижений, предназначенными для оценки усвоения знаний по конкретным дисциплинам или их циклам, разрабатываются и более широко ориентированные тесты. Это, например, тесты на оценку отдельных навыков. Еще более широко ориентированными являются тесты для изучения умений, которые могут пригодиться при овладении рядом дисциплин, например, навыки работы с учебником, математическими таблицами, энциклопедиями и словарями.

Существуют также тесты, направленные на оценку влияния обучения на формирование логического мышления, способности рассуждать, строить выводы на основе анализа определенного круга данных и т.д. Эти тесты в наибольшей степени приближаются по своему содержанию к тестам интеллекта и высоко коррелируют с последними. Поскольку тесты достижений предназначены для оценки эффективности обучения по конкретным предметам, то обязательным участником формулирования отдельных заданий должен стать преподаватель.

Отдельные тесты можно объединять в тестовые батареи, что позволяет получать профили показателей успешности обучения по разным дисциплинам. Обычно тестовые батареи предназначены для разных образовательно-возрастных уровней и не всегда дают результаты, которые можно сопоставлять друг с другом для получения целостной картины успешности обучения от курса к курсу. Однако в последнее время созданы батареи, позволяющие получать и такие данные.

По форме проведения тесты могут быть индивидуальными и групповыми, устными и письменными, бланковыми, предметными, аппаратными и компьютерными, вербальными и невербальными. При этом каждый тест имеет несколько составных частей: руководство по работе с тестом, тестовую тетрадь с заданиями и, если необходимо, стимульный материал или аппаратуру, лист ответов (для бланковых методик), шаблоны для обработки данных.

В руководстве приводятся данные о целях тестирования, выборке, для которой тест предназначен, результатах проверки на надежность, способах обработки и оценки результатов. Задания теста, сгруппированные в субтесты (группы заданий, объединенные одной инструкцией), помещены в специальной тестовой тетради (тестовые тетради могут быть использованы многократно, поскольку правильные ответы отмечаются на отдельных бланках).

Если тестирование проводится с одним испытуемым, то такие тесты носят название индивидуальных, если с несколькими - групповых. Каждый тип тестов имеет свои достоинства и недостатки. Преимуществом групповых тестов является возможность охвата больших групп испытуемых одновременно (до нескольких сот человек), упрощение функций экспериментатора (чтение инструкций, точное соблюдение времени), более единообразные условия проведения, возможность обработки данных на ЭВМ и др.

Основным недостатком групповых тестов является снижение возможностей у экспериментатора добиться взаимопонимания с испытуемыми, заинтересовать их. Кроме того, при групповом тестировании затруднен контроль за функциональным состоянием испытуемых, таким, как тревожность, утомление и др. Иногда для того, чтобы понять причины низких результатов по тесту какого-либо обучающегося, следует провести дополнительное индивидуальное собеседование. Индивидуальные тесты лишены этих недостатков.

Тестирование широко используется в учебных заведениях для тренировочного, промежуточного и итогового контроля знаний, а также для обучения и самоподготовки.

Как уже указывалось, результаты тестирования могут выступать и как оценка качества преподавания, а также как оценка самих испытательных материалов.

Не меньший интерес представляет изучение результатов тестирования для определения качества лекции или семинара.

Например, пусть в потоке у лектора несколько групп, и во всех проведено тестирование по заданному разделу курса. В тесте имеется определенное количество теоретических вопросов и практических задач. Каждый вопрос соответствует какой-либо теме. По этой же теме в тесте прилагается практическая задача. Если обучающиеся во всех группах плохо справились с каким-либо теоретическим заданием и практической задачей к этому вопросу, следовательно, на лекции и на семинарах не уделено достаточного внимания этой теме (хотя необходимо учитывать, что группы неравномерны по контингенту).

В настоящее время наиболее часто используются следующие варианты тестовых контрольных мероприятий:

- «автоматический», когда обучаемый выполняет задание в непосредственном диалоге с ЭВМ, результаты сразу переносятся в блок обработки;
- «полуавтоматический», когда задания выполняются письменно, а ответы со специальных бланков вводятся в ЭВМ (решения не проверяются);
- «автоматизированный», когда задания выполняются письменно, решения проверяются преподавателем, а в ЭВМ вводятся результаты проверки.

Особенностью первых двух является отстраненность преподавателя от проверки результатов испытаний. В этом случае, казалось бы, их объективность повышается. Однако при этом утрачивается значительная часть информации, которую можно было бы получить при анализе результатов тестирования с использованием человеческого фактора.

В «автоматическом» режиме такой потери можно избежать. Но при использовании такого метода на сегодняшний день возможно появление некоторых специфических проблем:

1. отсутствие достаточного парка ЭВМ. Не все образовательные организации могут позволить себе оснастить аудитории дорогостоящим компьютерным оборудованием в достаточном количестве.
2. отсутствие навыков пользователя ЭВМ у обучающихся.
3. сложность и дороговизна разработки программного обеспечения.
4. существует проблема распознавания ответов произвольной формы в открытых текстовых заданиях.

В «автоматизированном» варианте система тестирования включает в себя испытательный материал - в качестве инструмента измерений, преподавателя-проверяющего - в качестве независимого эксперта и компьютерную оболочку, выполняющую функции обработки результатов и учета ошибок измерения, выявления статистических закономерностей, сравнения результатов испытаний с прогнозируемыми, среднестатистическими, а также между собой.

Одним из наиболее актуальных направлений развития компьютерных технологий в образовании является разработка специализированных систем проверки знаний обучающихся.

Их активное использование помогает поддерживать нужный образовательный уровень, предоставляет преподавателю возможность уделять больше внимания индивидуальной работе.

6.6. Формирование требований к методике создания тестирования

На основе результатов исследований, можно прийти к выводу, что методика тестирования должна удовлетворять требованиям системности, целостности, валидности.

Системность означает, что в тесте должны быть собраны такие задания, которые обладают системообразующими свойствами. Хотя любой тест состоит из тестовых заданий, последние представляют не совокупность произвольно объединенных заданий, а именно систему.

Тест, как система, обладает составом, целостностью и структурой.

Тест состоит из: заданий, правил их применения, оценок за выполнение каждого задания, рекомендаций по интерпретации тестовых результатов.

Целостность означает взаимосвязь заданий, их принадлежность общему измеряемому фактору. Каждое задание теста выполняет отведенную ему роль и потому ни одно из них не может быть изъято из теста без потери качества измерения.

Структурность теста образует способ связи заданий между собой. В основном, это так называемая факторная структура, в которой каждое задание связано с другими через общее содержание и общую часть вариации тестовых результатов.

Проявлению системного качества теста способствует и единая дисциплинарная общность заданий, реализующая идею измерения подготовленности испытуемых по одной какой-либо определенной учебной дисциплине. Совокупность таких заданий, отобранных в соответствии с требованиями теста, образует гомогенный тест, измеряющий одно какое-либо качество (свойство).

Время нередко называется в качестве другого системообразующего фактора. Действительно, одно из соображений, положенных в основу создания тестов – иметь инструмент быстрого и относительно точного оценивания больших контингентов испытуемых.

Требование экономии времени становится естественным в массовых процессах, каковым и стало образование. Одно из актуальных направлений современной организации тестового контроля – это индивидуализация контроля, приводящая к значительной экономии времени тестирования.

Определенное содержание означает использование в тесте только такого контрольного материала, который соответствует содержанию учебного курса; остальное содержание в тест не включается ни под каким предлогом.

Содержание теста существует, сохраняется и передается в одной из четырех основных форм заданий. Вне тестовых форм ни тест, ни его содержание не существуют. Внеучебное содержание в тест не включается.

Содержание теста проходит экспертизу у опытных преподавателей, которые призваны дать ответ на главный вопрос – можно ли с помощью предложенных заданий корректно оценить содержание, уровень и структуру знаний у данного контингента испытуемых? При оценке содержания теста всегда возникают вопросы о цели теста, его содержания и качества.

Анализ содержания заданий, а, следовательно, и теста в целом, позволяет определить знания, умения, навыки и представления, требуемые для правильного выполнения задания.

Качество теста традиционно сводится к определению меры его надежности и вопросов валидности полученных результатов. Как и объективным, качественным можно назвать только тот метод измерения, который обоснован научно и способен дать требуемые результаты.

В западной литературе традиционно рассматривается два основных критерия качества: валидность и надежность.

Валидность означает пригодность тестовых результатов для той цели, ради чего проводилось само тестирование. Валидность зависит от качества заданий, их числа, от степени полноты и глубины охвата содержания учебной дисциплины (по темам) в заданиях теста. Кроме того, валидность зависит также от баланса и распределения заданий по трудности, от метода отбора заданий в тест из общего банка заданий, от интерпретации тестовых результатов, от организации сбора данных, от подбора выборочной совокупности испытуемых, рисунок 2.

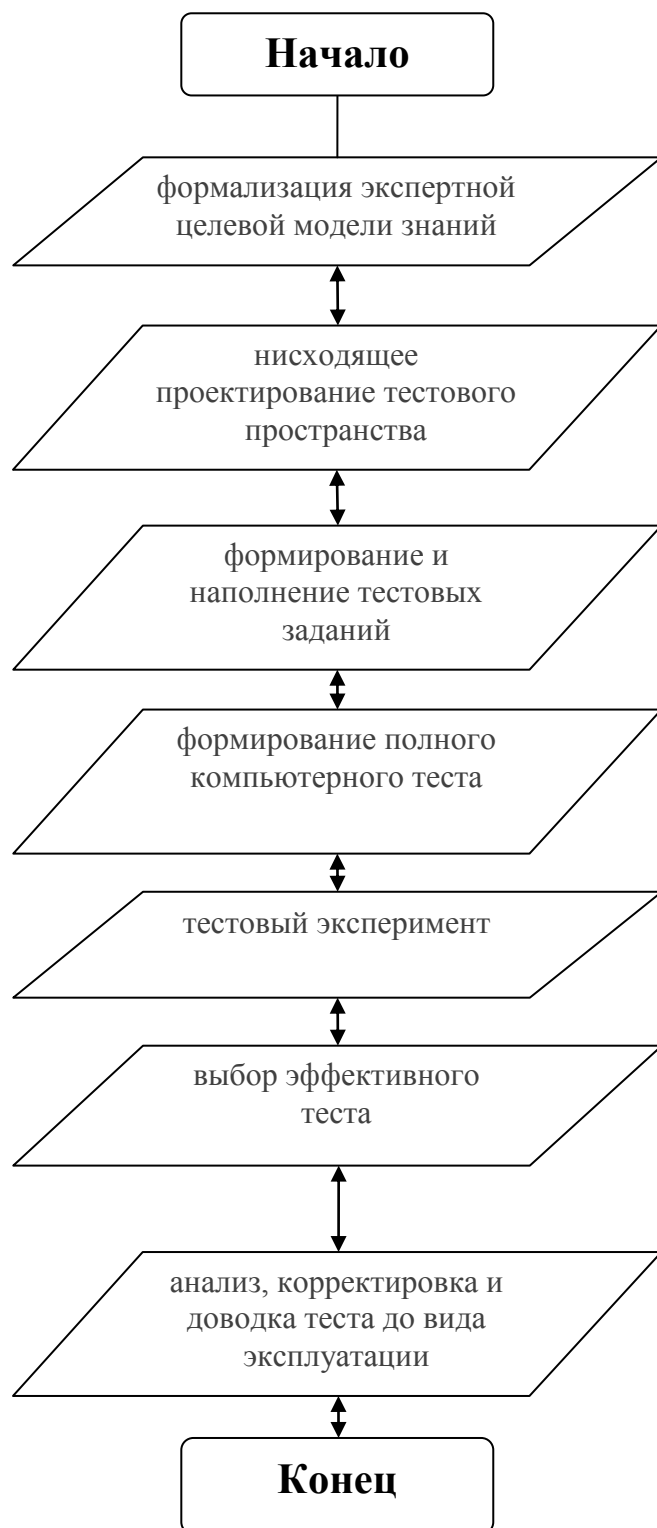


Рисунок 2 - Блок-схема разработки методики

6.7. Разработка методики отбора содержания тестового материала

Значимость. Этот принцип указывает на необходимость включить в тест только те элементы знания, которые можно отнести к наиболее важным, ключевым, без которых знания становятся неполными, с многочисленными пробелами. Такие элементы знания, ввиду их важности, можно назвать структурными. В тест, следовательно, нужно включать только те материалы, которые играют роль структурных элементов в индивидуальном знании.

Научная достоверность. В тест необходимо включать только то содержание учебной дисциплины, которое является объективно истинным и поддается некоторой рациональной аргументации. Соответственно, все спорные точки зрения, вполне нормальные в науке, не рекомендуется включать в тестовые задания. Суть тестовых заданий заключается как раз в том, что они требуют четкого, заранее известного преподавателям ответа, признанного ими в процессе разработки заданий объективно истинным.

Соответствие содержания теста уровню современного состояния науки. Этот принцип вытекает из естественной необходимости готовить специалистов и проверять их знания на современном материале.

Репрезентативность. В тест не только включаются значимые элементы содержания, но обращается внимание также на полноту и их достаточность для контроля. В самом деле, можно взять пять-шесть элементов и проверить по ним знания испытуемых. Но где уверенность, что испытуемый знает и другие важные элементы содержания учебной дисциплины?

Путь к появлению такой уверенности лежит в наиболее полном отображении необходимого знания в заданиях теста.

Репрезентативность не означает обязательного включения в тест всех значимых элементов содержания. Ведь многие из них явно связаны между собой в общей структуре знаний, включены один в другой полностью или частично. Кроме того, многие элементы в структуре знаний иерархически соподчинены. Этому принципу соответствуют основные задания, которые лучше называть структурными.

Возрастающая трудность учебного материала. Этот принцип означает, что каждый учебный элемент в процессе контроля обладает некоторой усредненной, для испытуемых, мерой трудности, на которую и ориентируются преподаватели.

Практически все учебники и пособия построены по принципу возрастающей трудности. В таких учебных дисциплинах, как логика, математика, статистика, философия и др., знание последующих элементов курса жестко зависит от знания предыдущих учебных элементов. Поэтому изучать такие дисциплины можно только с самого начала, и без пробелов.

Трудному содержанию обычно соответствуют и трудные задания. Испытуемый, правильно отвечающий на трудные задания, с большой вероятностью отвечает правильно и на легкие задания.

Вариативность содержания. Содержание теста не может оставаться неизменным и независимым от развития науки, научно-технического прогресса, от нового содержания учебной дисциплины и от новых учебных пособий. По мере изменения содержания учебной дисциплины должно варьироваться и содержание тестового материала. При этом принимается во внимание контингент испытуемых. Если тестируется слабая по подготовленности группа испытуемых, то оказывается, что сложные задания теста просто не работают - ни один испытуемый правильно ответить на них не может и потому из дальнейшей обработки и интерпретации тестовых данных эти задания изымаются. Содержание теста для слабых испытуемых заметно отличается от содержания теста для сильных испытуемых.

Системность содержания. Это означает подбор такого содержания тестовых заданий, который отвечал бы требованиям системности знаний. Помимо подбора заданий с системным содержанием важно иметь задания, связанные между собой общей структурой знаний.

6.8. Методика формирования тестовых заданий

Комплексность и сбалансированность содержания теста

Тест, разработанный для итогового контроля знаний, не может состоять из материалов только одной темы, даже если эта тема является самой ключевой в учебной дисциплине. Необходимо искать задания, комплексно отображающие основные, если не все, темы учебного курса.

В то же время существует стремление сбалансировано отобразить в тесте основной теоретический материал – понятия, законы и закономерности, гипотезы, факты, структурные компоненты теории - вместе с методами научной и практической деятельности, с умениями эффективно решать типовые профессиональные задания. Такие задания сравнительно легко могут трансформироваться в форму тестовых заданий на установление соответствия или правильной последовательности, превращаясь, таким образом, в дидактическую модель, используемую одинаково успешно и для контроля, и для обучения.

Взаимосвязь содержания и формы. Уже на стадии замысла содержание задания начинает обретать свою форму. Несоответствие задания одной из четырех форм допускает возможность только двух правильных суждений: или это не тестовое задание, или используется какая-то новая неисследованная форма при условии, что группа известных форм определена.

Не всякое содержание поддается представлению в форме тестового задания. Доказательства, обширные вычисления, многословные описания трудно выражаются, а то и совсем не выражаются в тестовой форме.

Содержание теста надо относить к теории той или иной учебной дисциплины, в то время как поиск наилучшей формы для выражения содержания является предметом теории тестов.

И, наконец, при правильном отборе контрольного материала содержание теста может быть использовано не только для контроля, но и для обучения. Использование тестовых заданий в автоматизированных контрольно-обучающих программах позволяет испытуемому самостоятельно обнаруживать пробелы в структуре своих знаний и принимать меры для их ликвидации. В таких случаях можно говорить о значительном обучающем потенциале тестовых заданий, использование которого станет одним из эффективных направлений практической реализации принципа единства и взаимосвязи обучения и контроля.

Соответствие цели. Содержание теста зависит от цели проверки. Если нужно отобрать небольшое число самых подготовленных испытуемых, то ясно, что задания должны быть трудные, ибо только с помощью таких заданий можно отобрать лучших. Если же, наоборот, требуется отсеять самых слабых, то сделать это лучше с помощью сравнительно легких заданий; те, кто

не выполняют эти задания, и есть самые слабые. При необходимости оценить испытуемых во всем диапазоне знаний – от низшего до высшего, в тест придется включать задания легкие, средние и трудные.

Если, наконец, понадобится оценить соответствие знаний большого количества обучающихся, то в средства оценки придется включать только легкие задания, посильные большинству тестируемых. Ни о каком тесте, в классическом понимании этого понятия, в таком случае говорить не приходится.

При этом возникает ряд таких довольно спорных вопросов, как определение минимально «проходного» процента правильного выполнения числа заданий, определение оценки в зависимости от процента правильных ответов.

При разработке теста составляются таксономические тестовые задания (тестовые задания, разработанные для диагностики соответствующего вида знаний на определенном уровне сложности), начальное число которых должно быть в 2-3 раза больше запланированного. В тест включаются задания различного вида (задания закрытой формы, открытой формы, задания на установление соответствия и т. д.). Выбор формы заданий зависит от целей тестирования и от содержания контролируемого материала. При создании отдельных вариантов тестов выдерживается их параллельность по структуре, содержанию, уровню сложности.

С одной стороны, тестовые задания (ТЗ) составляют очень высокий процент, пожалуй, 80-90% компьютерных контролирующих программ по любой гуманитарной дисциплине. С другой, — не всякое содержание поддается трансформации формам тестового задания. Многие доказательства, многословные описания трудно выражаются, а то и совсем не выражаются в тестовой форме. Тест — не единственная форма отображения содержания учебных дисциплин, он только одним из наиболее технологичных методов проведения автоматизированного контроля с заложенными в него параметрами качества.

Основными формами ТЗ-й являются: задания открытой формы, закрытой, на соответствие, на установление правильной последовательности.

ТЗ включает в себя: а) констатирующую часть, описывающую ситуацию (может и отсутствовать), которая не

требует от тестируемого каких-либо активных действий; б) процедурную часть, содержащую предложения обучаемому выполнить какие-либо конкретные действия — выбрать правильный элемент из предложенного набора, установить соответствие или правильную последовательность, назвать дату, записать название и т.д. Процедурная часть — это такой вид информации, после получения, которой от обучающегося требуется произвести активные действия, связанные не только с изучением и анализом материала, содержащегося в задании, но и составлением и вводом ответа; в) элементы самого выбора.

Общие правила для всех 4-х форм ТЗ. Необходимо следить за корректностью формулировки задания. ТЗ должно быть сформулировано четко, ясно, конкретно, не допуская двусмысленности в ответе.

ТЗ должно быть сформулировано в утвердительной форме. Не допускается определение понятия через перечисление элементов, не входящих в него. Для всех форм ТЗ должна быть стандартная инструкция. Все элементы в заданиях должны отбираться по какому-то определенному, выбранному автором принципу. Предпочтение большому количеству простых по структуре ТЗ, а не малому количеству сложных.

В сложных разделительных ТЗ необходимо перечислять все возможные альтернативы, т.к. в противном случае у обучаемого искажается представление о классификации или структуре объекта базиса.

ТЗ открытой формы должны отвечать следующим требованиям:

- дополняющее слово или словосочетание ставится в конце и д.б. единственным,
- дополнять надо важное,
- желательно при формулировке задания дополнение д.б. в именительном падеже,
- все прочерки для дополнения д.б. одинаковой длины,
- как правило, требуется обучаемому дать образец ответа.

Закрытая форма тестовых заданий должна отвечать следующим требованиям:

- равная правдоподобность элементов,

- все элементы выбора, желательно, должны быть равны по длине,
- в элементах выбора необходимо использовать равное количество объектов, желательно один,
- исключить повторяющиеся слова в ответах,
- все элементы должны быть верными утверждениями, только один из них является верным ответом на данное задание, а остальные верными на другие задания в этом тесте или в других тестах.

ТЗ на соответствие содержат два множества, правый столбик — для выбора, левый — для ответа. В правом формируется, например, на 1-3 элемента больше, чтобы при последней подстановке у обучающегося был выбор, а не автоматически подставляемый остаток. Все элементы являются истинными высказываниями.

В ТЗ на установление правильной последовательности может быть избран принцип формирования элементов по алфавиту. Если алфавитный список является верным ответом, то элементы располагать случайным образом.

С целью нивелирования заимствования ответа в заданиях всех 4-х форм надо формулировать ТЗ в 2-3-х синонимичных по смыслу вариантах, которые выбираются случайным образом. В заданиях закрытой и на соответствие формах элементы подаются с помощью датчика случайных расстановок. Элементы задания в этих формах формируются по принципу «основных» и «запасных» игроков. Например, при 5-ти элементах, подающихся обучающемуся, автор формирует набор не «1 верный + 4 неверных», а «1 верный + 4 основных неверных + 5 запасных неверных», где из 9-ти неверных случайным образом выбираются 4.

6.9. Разработка модели объективной оценки знаний

Необходимые требования для разработки модели

Для объективной оценки знаний обучающегося необходимо знать общее количество вопросов, количество вопросов в варианте и допустимое количество неправильных ответов на оценку «отлично». В данном случае общее количество вопросов теста $N=30$ количество вопросов в варианте $n=15$ (выборка объема n из общего количества вопросов). Нужно найти какое количество неправильных ответов допустимо для зачета.

После решения вопроса о правильности выделения объекта измерения (знания, способности, интересы, мотивы и т.п.) уместным является постановка вопроса о создании методики, пригодной для отображения объекта посредством измерения. Предложенная методика проверки качества тестового контроля основана на двух концепциях:

- надежности теста, в существенной мере связанной с идеей точности измерения;
- адекватности используемого метода измерения поставленной цели, связанной с валидностью теста.

Надежность качества теста - это согласованность показателей, полученных у одних и тех же испытуемых при повторной проверке тем же тестом или эквивалентным ему (два теста считаются эквивалентными, если для них выполняются постулаты 1 - 5 параллельных тестов, за исключением одного специфического признака эквивалентности: истинные компоненты одного теста должны отличаться от истинных компонентов другого, параллельного теста на одну и ту же постоянную величину).

Наиболее простым способом определения надежности теста является, по меньшей мере, двукратное его использование в той же самой группе обучающихся. К недостаткам этого способа можно отнести неопределенность в выборе временного интервала между первым и вторым опросами.

В качестве примера приведем следующий критерий выставления оценки знаний:

$$K_{\text{оц}} = 2,5 + 10 (P / N - 0,7) \quad (1)$$

Причем:

$2,51 < K_{\text{оц}} < 3,49$ соответствует оценке «удовлетворительно»;

$3,51 < K_{\text{оц}} < 4,49$ - оценке «хорошо»;

$4,51 < K_{\text{оц}}$ - оценке «отлично».

Здесь **P** - число правильных ответов обучаемого;

N - число вопросов теста.

При определении критерия надежности качества теста можно пользоваться таблицей 1.

Надёжность — свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования.

Таблица 1 - Определение критериев надежности

Значение коэффициента надежности	Качество теста
0,000 - 0,599	Плохое
0,600 - 0,699	Неудовлетворительное
0,700 - 0,799	Удовлетворительное
0,800 - 0,899	Хорошее
0,900 - 0,949	Очень хорошее
0,950 - выше	Отличное

Если рассматривать определение критериев надежности с точки зрения пятибалльной системы, то можно использовать таблицу 2.

Таблица 2 - Определение критериев надежности с точки зрения пятибалльной системы

Значение коэффициента надежности	Качество теста
0,000 - 0,599	Неудовлетворительное
0,700 - 0,799	Удовлетворительное
0,800 - 0,899	Хорошее
0,950 - выше	Отличное

6.10. Инновационный подход оценки уровня усвоения изучаемого материала, реализуемый на основе методологии принятия статистических решений

Объем курса $N = 30$. Усвоение считается хорошим, если обучаемый не освоил только менее 4% от общего объема курса ($P = 0,04$). Для оценки качества знаний формируется тест, содержащий 15 вопросов (выборка объема $n = 15$).

По результатам ответа необходимо оценить качество усвоения материала.

Это значит, что следует определить приемочное число C на уровне значимости $\alpha \sim = 0,05$.

В данном случае имеем такие обозначения:

N – Общий объем курса (общее количество вопросов);

n – Выборка (количество тестируемых вопросов);

$P_{n;d}$ – гипергеометрическое распределение;

C – приемочное число;

α – уровень значимости приемочного числа ($\alpha \sim 0,05$);

D – количество допустимых неправильных ответов;

d – количество ошибок.

Величину приемочного числа можно получить следующим образом. Применяя теорию вероятностей, производим вычисления накопленных вероятностей гипергеометрического распределения до тех пор, пока $P(d \leq C) = 0,95$.

Формулы гипергеометрического распределения

$$C_n^m = \frac{n!}{m!(n-m)!} \quad (2)$$

$$P_{n;d} = \frac{C_D^d C_{N-D}^{n-d}}{C_N^n} \quad (3)$$

Таким образом,

$$P(d=0) = \frac{C_3^0 \cdot C_{27}^{15}}{C_{30}^{15}} = \frac{1 \cdot 43183019880}{75394027566} = 0,112068960; \quad (4)$$

$$P(d=1) = \frac{C_3^1 \cdot C_{27}^{14}}{C_{30}^{15}} = \frac{3 \cdot 8996462475}{75394027566} = 0,387931034; \quad (5)$$

$$P(d \leq 1) = P(d=0) + P(d=1) = 0,9308 \quad (6)$$

$$P(d=2) = \frac{C_3^2 \cdot C_{27}^{13}}{C_{30}^{15}} = \frac{3 \cdot 1652411475}{75394027566} = 0,387931034; \quad (7)$$

$$P(d \leq 2) = P(d=0) + P(d=1) + P(d=2) = 0,9966. \quad (8)$$

Где C_n^m вычисляются по следующим формулам:

$$C_3^0 = \frac{3!}{0!(3-0)!} = 1; \quad (9)$$

$$C_3^2 = \frac{3!}{2!(3-2)!} = 3; \quad (10)$$

$$C_{27}^{15} = \frac{27!}{15!(27-15)!} = 1,73839668 \quad (11)$$

$$C_{27}^{14} = \frac{27!}{14!(27-14)!} = 2,005835627; \quad (12)$$

$$C_{27}^{13} = \frac{27!}{13!(27-13)!} = 2,005835627 \quad (13)$$

$$C_{30}^{15} = \frac{30!}{15!(30-15)!} = 1,55118638258; \quad (14)$$

Из предыдущих расчетов следует, что тест из 15 вопросов считается выполненным при трех неправильных ответах.

6.11. Математическая модель тестирования обучающихся

В системе образования приняты в основном два вида контроля знаний учащихся – выставление оценок в виде «зачет – не зачет» или по пяти балльной шкале. Принято считать, что второй вариант более объективно отражает уровень знаний обучающихся по изучаемой дисциплине. Однако имеются и замечания к упомянутым видам контроля и в последнее время все чаще предлагаются иные подходы к выставлению оценок.

Основной недостаток традиционных и новых видов контроля заключается в том, что все они не отражают реальный уровень достоверности степени усвоения изучаемого материала. Выставляемая оценка зачастую является случайной и ее возможные границы не определены.

Предлагаемый вариант контроля знаний и оценки уровня усвоения изучаемого материала преследует две цели:

- повысить объективность и достоверность выставляемой оценки и оценить степень ее соответствия уровню усвоения изучаемого материала;
- побудить учащихся к изучению дисциплин специальности и привить им навыки заинтересованности к учебе и самоконтролю.

Основу методики оценки уровня знаний обучающихся составляет подробный тест по изучаемой теме (примерно 30-150 вопросов, охватывающих все разделы изучаемой дисциплины). Как правило, количество вопросов в тесте в 3-5 раз больше количества вопросов в экзаменационных билетах. Количество

вопросов, которое выдается каждому экзаменуемому и необходимые уровни правильных ответов для получения положительных оценок определяются на основе статистических расчетов с использованием гипергеометрического распределения.

Например, если полный курс по некоторой дисциплине можно изложить в виде 50 вопросов ($N=50$), а качество усвоения курса в объемах 100%, 80% и 60% соответствует соответственно оценкам «5», «4» и «3», то допустимое количество неправильных ответов при этом не должно превышать значений «0», «1» и «2» соответственно.

Используя вычисления накопительных вероятностей по формуле гипергеометрического распределения:

$$P(d = i) = \frac{C_D^d \cdot C_{N-D}^{n-d}}{C_N^n}, \quad (3)$$

можно получить с различной степенью достоверности ($1 - \alpha$) требования к количеству правильных ответов ($n - d$) на вопросы теста (n).

В выражении (3) использованы обозначения:

- N - общее количество вопросов, отражающих содержание всех разделов изучаемой дисциплины;
- D - допустимое количество неправильных ответов на все N вопросов дисциплины для получения соответственно оценок «5», «4» и «3»;
- n - количество тестируемых вопросов;
- d - Допустимое количество неправильных ответов на n вопросов теста.

Для решения поставленной задачи необходимо, прежде всего, задаться значением уровня значимости α . Как правило, $\alpha = 0,05$, что обеспечивает 95-и процентную достоверность объективности оценки знаний студентов.

Например, из таблицы 3 следует, что если весь изучаемый курс содержит 100 вопросов ($N = 100$), а для получения оценки «хорошо» достаточно успешно ответить на 90 вопросов ($D = 100 - 90 = 10$), то для проверки знаний по тесту, содержащему 10

вопросов ($n = 10$), обучающийся должен правильно ответить на 7 вопросов ($d = 2$).

Таблица 3 - Значения накопленных вероятностей P_{Σ}

$N=100 \quad n = 10$						
d	$D = 10$	P_{Σ}	$D = 20$	P_{Σ}	$D = 30$	P_{Σ}
0	0,33	0,33	0,095	0,095	0,023	0,023
1	0,408	0,738	0,268	0,363	0,113	0,136
2	0,202	<u>0,940</u>	0,318	0,681	0,237	0,473
3	0,052	<u>0,992</u>	0,209	0,890	0,281	0,754
4	$7,5 \cdot 10^{-3}$		0,084	<u>0,974</u>	0,208	<u>0,962</u>
5			0,022		0,1	0,972
6			$3,5 \cdot 10^{-3}$		0,031	
7					$6,4 \cdot 10^{-3}$	

6.12. Инновационные обучающие тесты

При изучении некоторых учебных дисциплин возникают трудности в доведения содержания отдельных изучаемых разделов, обусловленные их большим объемом описательного характера, который прост в усвоении, но сам по себе достаточно громоздок. Это могут быть различные законы, положения, инструкции, методики и т.п.

Повышение качества усвоения подомных материалов с успехом может быть реализовано на основе внедрения в учебный процесс методологии последовательного поштучного контроля (модель Вальда). В ходе проведенной работы был разработан тест и программный продукт для изучения уровня освоения обучающимися положений и требований Закона о техническом регулировании, реализуемый на основе модели Вальда.

Для проверки качества усвоения Закона вопросы обучающимся задаются последовательно. Ответив на один вопрос, предоставляется следующий и так до тех пор, пока с заданной степенью уверенности не будут выяснены знания. При этом может быть использован как альтернативный («зачет» – «не зачет»), так и количественный (балльный) подход к оценке знаний.

При «поштучном» контроле решение о положительном либо отрицательном результате ответов может быть принято после каждого очередного ответа. Если решение не принимается, то последовательный анализ качества изученного материала путем «поштучном» тестирования продолжается. Тестирование заканчивается после ответов не более чем на k вопросов.

Как уже отмечалось, такой метод оценки знаний целесообразно использовать при изучении громоздкого, но однородного по содержанию материала. Поэтому можно предположить, что на каждый очередной вопрос теста студент может дать правильный ответ с вероятностью q , и не правильный ответ (либо вовсе не ответить) – с вероятностью $p = 1 - q$.

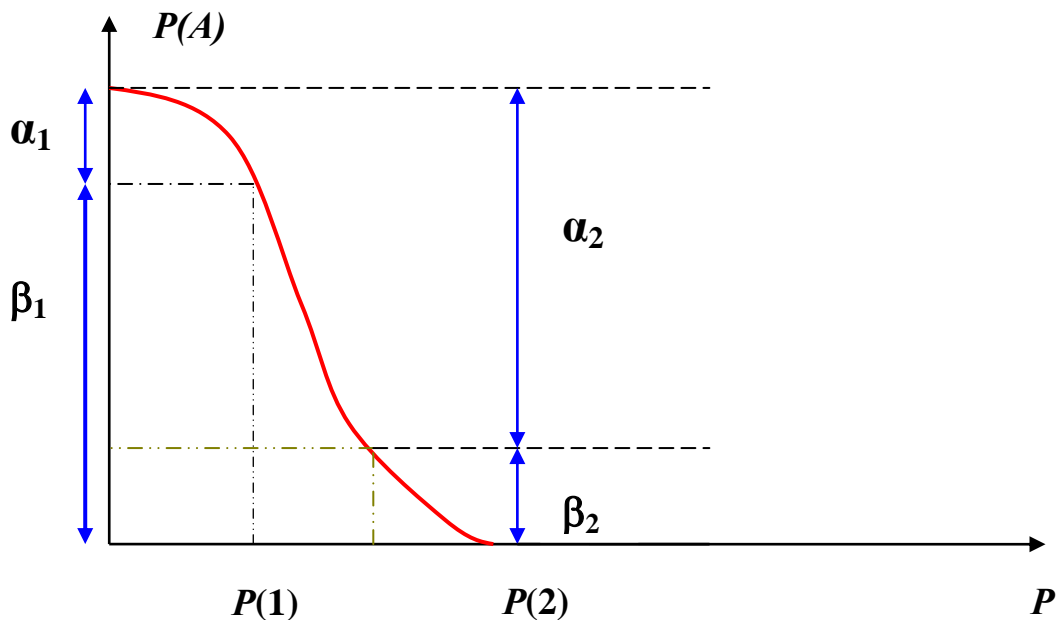


Рисунок 3 - Оперативная характеристика последовательного контроля знаний обучающегося

Обозначения:

$P(A)$ – вероятность того, что по результатам последовательного контроля качества усвоения изучаемого материала, знания обучающегося будут оценены положительно, т.е. признаны удовлетворительными;

P – вероятность того, что обучающийся не усвоил изучаемый материал в полном объеме. Иными словами – это степень или вероятность не освоенности материала, представленного для тестирования.

Предположим, что студенту задано n вопросов и за ответы на них он может получить либо положительную оценку с вероятностью:

$$P(1) = p_1^d q_1^{n-d},$$

либо неудовлетворительную оценку с вероятностью:

$$P(2) = p_2^d q_2^{n-d},$$

где d – число неправильных ответов.

По аналогии с методологией статистического анализа (методологией последовательного поштучного контроля качества продукции) на рисунке 3 приведена оперативная характеристика последовательного контроля знаний обучающихся.

Руководствуясь общей методологией, принятой в теории статистических решений, введем следующие обозначения:

- $P(1)$ – вероятность получения положительной оценки, когда справедлива гипотеза H_1 , заключающаяся в том, что знания соответствуют заранее установленным требованиям. По аналогии с понятиями, принятыми в теории статистических решений, эту величину можно именовать «приемлемым уровнем качества» знаний;

- $P(2)$ – вероятность получения неудовлетворительной оценки, когда справедлива гипотеза H_2 , заключающаяся в том, что знания не соответствуют заранее установленным требованиям. По аналогии с понятиями, принятыми в теории статистических решений, эту величину можно именовать «предельно допустимым порогом качества» знаний;

- α_1 — вероятность выставления неудовлетворительной оценки, если его знания соответствуют установленным требованиям, т.е., когда гипотеза H_1 справедлива. Величина α_1 – это уровень значимости или ошибка 1-го рода;

- $\beta_1 = 1 - \alpha_1$ – достоверность правильной оценки знаний, т.е. – это вероятность правильной оценки знаний при справедливой гипотезе H_1 ;

- α_2 — вероятность выставления неудовлетворительной оценки, когда справедлива гипотеза H_2 , т.е. когда его знания не соответствуют

установленным требованиям. A_2 . Величина α_2 характеризует мощность выбранного критерия;

- β_2 — вероятность получения положительной оценки в том случае, когда гипотеза H_2 справедлива. Величина β_2 — это уровень ошибки 2-го рода. $\beta_2 = 1 - \alpha_2$.

Воспользовавшись критериями, принятыми в модели Вальда, сформулируем решающие правила оценки знаний обучающегося для рассматриваемого варианта тестирования:

- 1) по результатам тестирования студенту выставляется положительная оценка, если $l \leq \frac{\beta_2}{\beta_1}$;
- 2) тестирование продолжается, если $\frac{\beta_2}{\beta_1} < l < \frac{\alpha_2}{\alpha_1}$;
- 3) по результатам тестирования обучающемуся выставляется неудовлетворительная оценка, если $l \geq \frac{\alpha_2}{\alpha_1}$,

где $l = \frac{P(2)}{P(1)} = \frac{p_2^d q_2^g}{p_1^d q_1^g}$.

По заданным критериям оценки качества знаний приведем пример расчета.

Пусть желательно иметь следующие гарантии:

$$P_1 = 0,3; \quad \alpha_1 = 0,2;$$

$$P_2 = 0,4; \quad \beta_2 = 0,1.$$

Тогда:

$$\frac{\alpha_2}{\alpha_1} = \frac{0,9}{0,2} = 4,5; \quad \frac{\beta_2}{\beta_1} = \frac{0,1}{0,8} = 0,125; \quad l = \frac{0,4^d \cdot 0,6^{n-d}}{0,3^d \cdot 0,7^{n-d}}.$$

Предположим, что обучающемуся последовательно задавалось 5 вопросов, и ни на один он не ответил (или ответил не правильно), т.е.

$$l = \frac{(0,4)^5}{(0,3)^5} = 4,2.$$

Так как $4,5 > 4,2 > 0,125$, следует продолжать тестирование. Далее, если на следующий вопрос также будет дан неправильный ответ, то получим следующее значение коэффициента l :

$$l = \frac{(0,4)^6}{(0,3)^6} = 5,6.$$

Так как $5,6 > 4,5$, то знания обучающегося оцениваются как неудовлетворительные. Таким образом, для данного плана контроля нельзя обучающемуся поставить неудовлетворительную оценку до тех пор, пока ему не задано 6 вопросов.

С другой стороны, положительную оценку нельзя поставить до тех пор, пока не заданы 14 вопросов. Если на первые 13 вопросов получены положительные ответы, то:

$$l = \frac{(0,6)^{13}}{(0,7)^{13}} = 0,135. \text{ Так как } 4,5 > 0,135 > 0,125, \text{ и необходимо}$$

продолжать тестирование.

Если на 14-й вопрос также получен положительный ответ, то

$$l = \frac{(0,6)^{14}}{(0,7)^{14}} = 0,116.$$

Так как $0,116 < 0,125$, поэтому за тестирование обучающийся получает положительную оценку. Если на 14-й вопрос был бы дан неправильный ответ, то необходимо было бы вычислить

$$l = \frac{0,4 \cdot (0,6)^{13}}{0,3 \cdot (0,7)^{13}} = 0,180 \text{ и продолжать контроль.}$$

Эта методика достаточно громоздка и часто применяют более простые расчеты, основанные на решении уравнений последовательного анализа.

Уравнения последовательного анализа

Введем следующие обозначения:

$$k_2 = \lg \frac{q_1}{q_2}; \quad h_2 = \frac{\lg \alpha_2 / \alpha_1}{k_1 + k_2};$$

$$k_1 = \lg \frac{p_2}{p_1}; \quad h_1 = \frac{\lg \beta_1 / \beta_2}{k_1 + k_2};$$

$$b = \frac{k_2}{k_1 + k_2}.$$

Тогда «решающие» уравнения примут вид:

$$R_n = h_2 + bn \quad - \text{ (линия не соответствия);}$$

$$A_n = -h_1 + bn \quad - \text{ (линия соответствия).}$$

Обучающийся получает неудовлетворительную оценку каждый раз, когда:

$$d \geq R_n \text{ в суммарной выборке вопросов объема } n.$$

Обучающийся получает удовлетворительную оценку каждый раз, когда:

$$d \leq A_n.$$

Тестирование продолжается, когда $A_n < d < R_n$; (см. таблицу 4).

Очевидно, что «решающие» уравнения являются уравнениями параллельных прямых. Так как b , h_2 и n положительны, то R_n лежит над осью абсцисс, а $A_n < 0$, когда $n = 0$. Тестирование не может быть завершено до тех пор, пока $A_n < 0$, так как невозможно иметь меньше, чем нуль неправильных ответов. По результатам тестирования нельзя поставить неудовлетворительную оценку до тех пор, пока $n \leq R_n$, так как количество неправильных ответов не может быть больше объема выборки.

Значение b зависит целиком от P_1 и P_2 . По мере увеличения n одновременно возрастают A_n и R_n ; при этом разность между ними остается постоянной. Но A_n/n и R_n/n при $n \rightarrow \infty$ стремятся к величине b . Таким образом, если выборка продолжается бесконечно, то оценка будет неудовлетворительной при $p > b$ и положительной при $p < b$. На практике, однако, выборка ограничивается некоторым значением k .

Ниже приведены различные варианты планов последовательного поштучного контроля (таблица 5,6), а на рисунке 4 – 7 по некоторым из них с помощью программы Excel построены графики для граничных линий R_n и A_n .

**Таблица 4 - План последовательного контроля тестирования
знаний студента, построенный по модели Вальда при
исходных требованиях:**

$$P_1 = 0,3; \quad \alpha_1 = 0,2; \quad P_2 = 0,4; \quad \beta_2 = 0,1.$$

$$\underline{A_n = -4,709 + 0,349 n; \quad R_n = 3,406 + 0,349 n}$$

Объем выборки n	A_n			Объем выборки n	R_n				
	*		**)						
0	*)	- 4,71	3,41	**)	16	0	0,88	8, 99	9***)
1	*)	- 4,36	3,76	**)	17	1***)	1,22	9,34	10
2	*)	- 4,01	4,10	**)	18	1	1,57	9,69	10***)
3	*)	- 3,66	4,45	**)	19	1	1,92	10, 03	11
4	*)	- 3,31	4, 80	**)	20	2***)	2,27	10, 39	11***)
5	*)	- 2,96	5,15	**)	21	2	2,62	10, 74	11***)
6	*)	- 2,62	5, 50	6***)	22	2	2,97	11, 08	12
7	*)	- 2,27	5,85	6***)	23	3***)	3,32	11, 43	12***)
8	*)	- 1,92	6,20	7	24	3	3,67	11,78	12***)
9	*)	- 1,57	6, 55	7***)	25	4)	4,02	12, 13	13
10	*)	- 1,22	6, 90	7***)	26	4	4,36	12, 48	13***)
11	*)	- 0,87	7, 24	8	27	4	4,71	12, 83	13***)
12	*)	- 0,52	7, 59	8*)»)	28	5***)	5,06	13,18	14
13	*)	- 0,17	7, 94	8***)	29	0	5,41	13, 53	14***)
14	0***)	0,18	8, 29	9	30	5	5,76	13, 88	14***)
15	0	0, 53	8, 64	9***)					

* Оценка не может быть положительной при $n \leq 14$. Иначе $4,709 + 0,349n < 0$.

** Оценка не может быть «не удовлетворительно», пока n не достигнет числа 6. Иначе $3,406 + 0,349n > n$.

*** Решение может быть принято только для этих значений.

Таблица 5 - Варианты планов последовательного поштучного контроля

n	$q_1=0,9; q_2=0,4$ $\alpha_1=0,1; \beta_2=0,05$		$q_1=0,9; q_2=0,4$ $\alpha_1=0,05; \beta_2=0,05$		$q_1=0,9; q_2=0,5$ $\alpha_1=0,05; \beta_2=0,05$		$q_1=0,8; q_2=0,5$ $\alpha_1=0,05; \beta_2=0,05$	
	R_n	A_n	R_n	A_n	R_n	A_n	R_n	A_n
1	1,177	-0,799	1,443	-0,82	1,608	-1,073	2,463	-1,785
2	1,488	-0,487	1,754	-0,508	1,875	-0,805	2,802	-1,446
3	1,8	-0,176	2,066	-0,197	2,143	-0,538	3,141	-1,107
4	2,111	0,136	2,378	0,115	2,41	-0,27	3,48	-0,768
5	2,423	0,447	2,689	0,427	2,678	-0,002	3,819	-0,429
6	2,734	0,759	3,001	0,738	2,945	0,265	4,158	-0,09
7	3,046	1,07	3,312	1,05	3,213	0,533	4,497	0,29
8	3,358	1,382	3,624	1,361	3,48	0,8	4,836	0,588
9	3,669	1,694	3,935	1,673	3,748	1,068	5,175	0,927
10	3,981	2,005	4,247	1,984	4,015	1,335	5,514	1,266
11	4,292	2,317	4,559	2,296	4,283	1,603	5,853	1,605
12	4,604	2,628	4,87	2,608	4,55	1,87	6,192	1,944
13	4,915	2,94	5,182	2,919	4,818	2,128	6,531	2,284
14	5,227	3,253	5,493	3,231	5,085	2,405	6,87	2,623
15	5,539	3,563	5,805	3,542	5,353	2,673	7,21	2,962

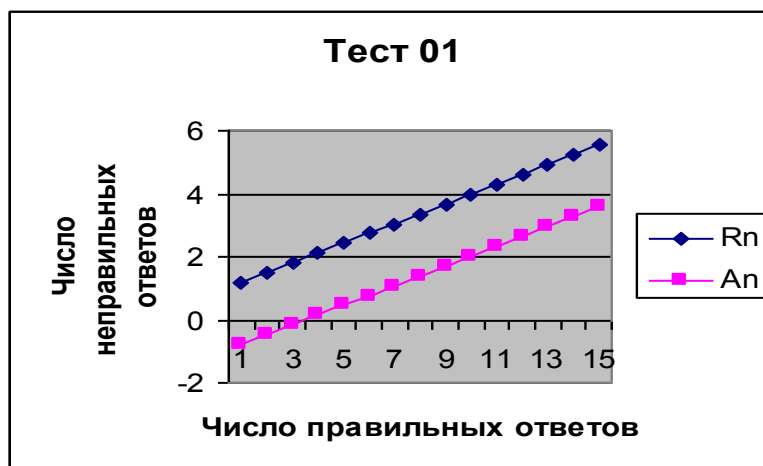


Рисунок 4 - План последовательного поштучного контроля:
 $q_1=0,9; q_2=0,4; \alpha_1=0,15; \beta_2=0,05$

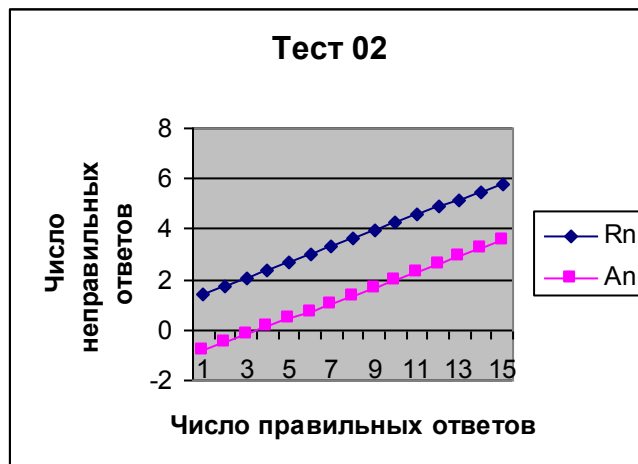


Рисунок 5 - План последовательного поштучного контроля:
 $q_1=0,9$; $q_2=0,4$; $\alpha_1=0,05$; $\beta_2=0,05$

Таблица 6 - Варианты планов последовательного поштучного контроля

n	$q_1=0,8$; $q_2=0,5$ $\alpha_1=0,1$; $\beta_2=0,1$		$q_1=0,7$; $q_2=0,5$ $\alpha_1=0,1$; $\beta_2=0,1$		$q_1=0,7$; $q_2=0,5$ $\alpha_1=0,05$; $\beta_2=0,05$		$q_1=0,8$; $q_2=0,5$ $\alpha_1=0,05$; $\beta_2=0,05$	
	R_n	A_n	R_n	A_n	R_n	A_n	R_n	A_n
1	1,924	-1,246	2,99	-2,196	3,872	-3,078	2,797	-1,904
2	2,263	-0,907	3,387	-1,799	4,269	-2,681	3,244	-1,457
3	2,602	-0,568	3,785	-1,402	4,666	-2,284	3,69	-1,01
4	2,941	-0,229	4,182	-1,005	5,064	-1,887	4,137	-0,564
5	3,28	0,11	4,579	-0,608	5,461	-1,49	4,584	-0,117
6	3,619	0,449	4,976	-0,211	5,858	-1,092	5,031	0,33
7	3,958	0,788	5,373	0,187	6,255	-0,695	5,477	0,777
8	4,297	1,127	5,77	0,584	6,652	-0,298	5,924	1,223
9	4,636	1,466	6,167	0,981	7,049	0,099	6,371	1,67
10	4,975	1,805	6,564	1,378	7,446	0,496	6,817	2,117
11	5,314	2,144	6,961	1,775	7,843	0,893	7,264	2,563
12	5,653	2,483	7,359	2,172	8,24	1,29	7,711	3,01
13	5,992	2,823	7,756	2,569	8,638	1,687	8,158	3,457
14	6,331	3,162	8,153	2,966	9,035	2,084	8,604	3,904
15	6,671	3,501	8,55	3,363	9,432	2,482	9,051	4,35

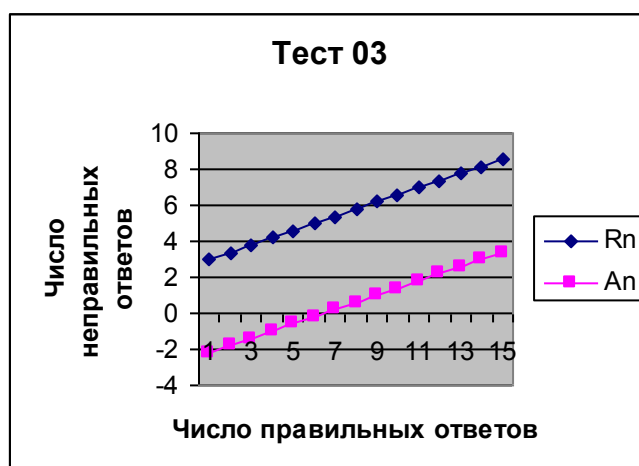


Рисунок 6 - План последовательного поштучного контроля:
 $q_1=0,7$; $q_2=0,5$; $\alpha_1=0,1$; $\beta_2=0,1$

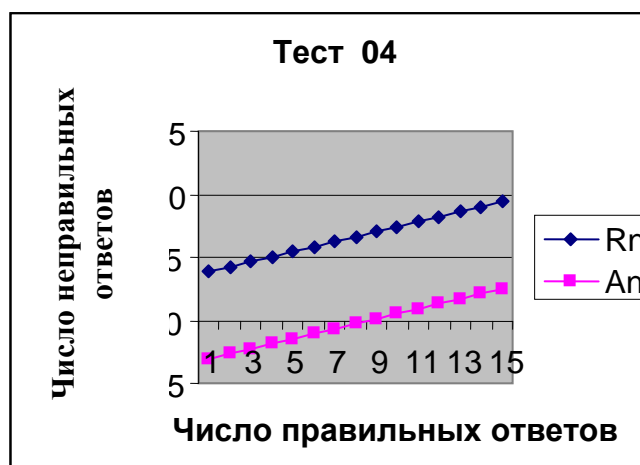


Рисунок 7 - План последовательного поштучного приемочного контроля:
 $q_1=0,7$; $q_2=0,5$; $\alpha_1=0,05$; $\beta_2=0,05$

В таблице 5 и таблице 6 выделены цифры – индикаторы принятия решений:

- для R_n решение принимается, когда число неправильных ответов не менее чем на единицу больше величины индикатора (решение – «не сдал»), При этом следует иметь в виду, что это число не может быть больше величины n – числа заданных вопросов;
- для A_n решение принимается, когда число неправильных ответов не превышает величины индикатора (решение – «сдал»), но оно не может быть отрицательным.

Устанавливая различные значения показателей q_1 , q_2 , α и β , преподаватель меняет тем самым требования к качеству усвоения тестируемого материала. Эти требования доводятся до обучающегося и могут быть использованы ими в процессе самостоятельной подготовки. В процессе подготовки к сдаче зачета или экзамена, проводя самостоятельное тестирование и оценивая его результаты, может заранее знать на какую оценку он может объективно рассчитывать.

Итоговая оценка по результатам тестирования может выставляться либо по достижению первого результата – «СДАЛ», «НЕ СДАЛ», либо по достижению результата после того, как обучающемуся будет задано не менее n , вопросов. Верхний (как правило, очень завышенный) уровень этого значения может быть установлен по модели однократной выборки [n].

6.13. Понятие эффективности теста

Эффективным можно назвать тест, который лучше, чем другие тесты, измеряет знания испытуемых интересующего уровня подготовленности, с меньшим числом заданий, качественнее, быстрее, дешевле, и все это – по возможности, в комплексе.

С понятием «эффективность» сопряжено и близкое к нему по содержанию понятие «оптимальность». Последнее трактуется как наилучшее из возможных вариантов, с точки зрения удовлетворения нескольким критериям, взятым поочередно или вместе.

Эффективный тест не может состоять из неэффективных заданий. В таком случае естественно поставить вопрос о признаках, которые отличают эффективное задание от неэффективного. С точки зрения содержания, эффективное задание проверяет важный элемент содержания учебной дисциплины, который нередко называют ключевым для требуемой структуры знаний испытуемых. В тест соответственно включаются только такие задания, которые эксперты признают в качестве ключевых элементов изучаемой учебной дисциплины.

В определении эффективности теста обращается внимание на два ключевых элемента – это число заданий теста и уровень подготовленности испытуемых.

Если из какого-либо теста с большим числом заданий сделать оптимальный выбор меньшего числа, то может образоваться

система, не уступающая заметно по своим свойствам тесту со сравнительно большим числом заданий.

Тест с меньшим числом заданий в таком случае можно называть сравнительно более эффективным.

Помимо этого, эффективность теста можно оценить с точки зрения соответствия уровня его трудности уровню подготовленности тестируемых в данный момент испытуемых. Эту оценку в литературе нередко относят к валидности, имея в виду идею валидности теста, так сказать, по уровню.

Легко понять практическую бесполезность того, чтобы давать слабым испытуемым трудные задания; большинство испытуемых, вероятнее всего, не сумеют правильно на них ответить. Так же обстоит дело и с легким тестом: его бесполезно (неэффективно) давать знающим испытуемым, потому что и здесь высока вероятность, но теперь уже правильных ответов, и потому практически все испытуемые получают по тесту одинаково высокий балл. И в том, и в другом случае испытуемые не будут различаться между собой.

Измерение, таким образом, не состоится по причине несоответствия уровня трудности теста уровню подготовленности. Из этих соображений легко вывести, что самый эффективный тест – это тест, точно соответствующий по трудности заданий уровню подготовленности испытуемых.

Эффективность тестов может зависеть и от формы. Нарушение тестовой формы всегда приводит к худшему выражению содержания и к худшему пониманию смысла задания испытуемыми.

Эффективность теста зависит также и от принципа подбора заданий. Если подбирать задания для измерения на всем диапазоне изменения трудности, то снижается точность измерения на отдельном участке.

И наоборот, если стремится точно измерить знания испытуемых, например, среднего уровня подготовленности, то это потребует иметь больше заданий именно данного уровня трудности.

Поэтому тест не может быть эффективным вообще, на всем диапазоне подготовленности испытуемых. Он может быть более эффективен на одном уровне знаний и менее – на другом. Именно этот смысл вкладывается в понятие дифференциальной эффективности теста.

7. УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Охрана окружающей среды является одним из важнейших направлений деятельности Человека.

В соответствии с ФЗ РФ «Об охране окружающей среды» (2002г) в настоящее время приняты следующие определения.

Окружающая среда - совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов, а также антропогенных объектов;

Природная среда (далее также - природа) - совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов.

Компоненты природной среды - земля, недра, почвы, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, растительный, животный мир и иные организмы, а также озоновый слой атмосферы и околоземное космическое пространство, обеспечивающие в совокупности благоприятные условия для существования жизни на Земле;

Качество окружающей среды – это состояние окружающей среды, которое характеризуется физическими, химическими, биологическими и иными показателями и (или) их совокупностью.

Охрана окружающей среды - деятельность органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, общественных и иных некоммерческих объединений, юридических и физических лиц, направленная на сохранение и восстановление природной среды, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов, предотвращение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и ликвидацию ее последствий.

Основываясь на ключевых принципах управления качеством - системного подхода и процессного подхода, для успешного осуществления деятельности по охраны окружающей среды необходимо решение комплекса **экологических** задач, в. т. числе изучения, моделирования и прогнозирования комплекса природных и природно-антропогенных процессов.

Среди главных экологических проблем, характерных не только для нашей страны, но и для всего мира, можно

выделить следующие:

- нарушение структуры и функционирования естественных ландшафтов в том числе, уничтожение естественной флоры и фауны;
- загрязнение подсистем биосферы в т.ч. атмосферы, почвы, грунтовых и поверхностных вод;
- сокращение лесов (в мире 18 млн. га. в год) и эрозионная опасность, созданных на их месте сельскохозяйственных угодий;
- снижение плодородия почв, деградация пастбищ, опустынивание значительных территорий (около 6 млн. га в год);
- уменьшение генетического разнообразия, как естественной, так и культурной фауны;
- развитие крупномасштабных (в границах бассейнов рек) негативных, гидрологических, гидрогеологических и инженерно - геологических процессов;
- возможность влияния на биосферные (климатические) процессы преобразования энергии и круговоротов веществ;
- постоянное увеличение потребления материальных и энергетических ресурсов;
- быстрый рост народонаселения;
- развитие промышленности и экологически необоснованных технологий;
- постоянно увеличивающееся количество отходов производства и потребления, в том числе токсичных;
- последствия возникновений чрезвычайных ситуаций, техногенных аварий и катастроф.

Поэтому сегодня вопросы экологии в широком её понимании выходят на первый план и неразрывно связаны с повышением устойчивости и эффективности всех видов деятельности Человека, а также с природоохранной деятельностью.

В разные периоды развития хозяйственной деятельности для решения экологических проблем и охраны окружающей среды реализовывались различные концепции, регламентирующие отношения человека и природы: концепция приспособления живого организма к антропогенным изменениям природной

среды; концепция «категорий качества» природных объектов с выделением «перспективных» и «низкой категории», которая в частности привела к массовому списанию пахотных земель, вымиранию «неперспективных деревень». Концепция «разбавления» до предельно санитарно-допустимых концентраций загрязняющих веществ в воде и атмосфере, (вместо сокращения выбросов или очистки) основана на положении о неисчерпаемости запасов чистого воздуха и воды в природе. Концепция переноса вредных веществ в другие регионы сделала возможным сбросы в пустыню и реки огромных объемов дренажных вод, отравленных химикатами. Концепция «горячих точек» позволяла директивный выбор объектов охраны и проведения реконструкций, которые не всегда имели высокую эффективность (Б.М. Маклярский, 1992).

В рамках перечисленных концепций трудно регламентировать антропогенную нагрузку на природные объекты и установить причинно - следственные связи экологических нарушений, т.к. в полной мере не учитываются структурно - функциональные зависимости, определяющие целостность природной системы, а главное не меняют приоритетов деятельности. Все это говорит об отсутствии методологий основанных на системном подходе. Следовательно, в основном **охрана природы была направлена на борьбу с множеством негативных последствий на локальных уровнях**, а не на выявление и устранение причин, вызывающих негативные экологические последствия.

Переход к устойчивому развитию предполагает постепенное восстановление естественных систем до уровня, гарантирующего стабильность природной среды, что невозможно, сохраняя нынешние стереотипы мышления в отношении Человека и Природы (Указ Президента РФ № 440).

Одним из основных этапов решения экологических проблем является переход от констатации фактов ухудшения состояния природно-антропогенных объектов, потере качества продукции и малоэффективной борьбы с некоторыми негативными последствиями к экологически обоснованному управлению антропогенными воздействиями на всех уровнях управления.

Сложность и масштабность проблемы выводит ее за рамки отраслевых наук на межнаучный уровень, требует четкого

формулирования концепции деятельности человека в природе, требует знания законов природы на основе междисциплинарных комплексных исследований, объединяющих научные достижения отдельных наук, а также системного подхода, позволяющего комплексно и взаимосвязано исследовать и моделировать природно - антропогенные системы как единый организм во всех аспектах его функционирования.

Требуются четкие формулировки статуса и предмета экологии, которые до настоящего времени являются дискуссионными.

В настоящее время наиболее часто **экология** определяется как наука о взаимоотношениях между живыми организмами и средой их обитания.

Однако для решения всего комплекса экологических проблем и управления качеством окружающей среды наиболее адекватным является следующее определение: «Экология анализирует природную среду как сложную дифференцированную систему, различные компоненты которой находятся в динамическом равновесии, рассматривает биосферу Земли как экологическую нишу человечества, связывая окружающую среду и деятельность человека в единую систему «природа – общество», раскрывает воздействие человека на равновесие природных экосистем, ставит вопрос об управлении и рационализации взаимоотношений человека и природы» (А.П. Огурцов, Б.Г. Юдин, 1983).

Таким образом, экология представляет собой комплексную, междисциплинарную науку, синтезирующую знания естественных, общественных, технических, юридических и др. наук (биологии, зоологии, климатологии, почвоведения, геологии, гидрологии, правоведения, инженерной геологии, гидрогеологии и др.).

Опираясь на системный и процессный подходы в управлении качеством основными задачами экологии являются:

- изучение пространственно- временных закономерностей функционирования природных систем;
- изучение и оценка воздействия деятельности Человека на природные системы;
- осуществление экологически обоснованного управления природно- антропогенными процессами;
- создание научной базы для гармонизации взаимоотношений человеческого общества и природы.

Экологические проблемы можно разделить на проблемы загрязнения окружающей среды и нерационального использования природных ресурсов.

Управление качеством окружающей среды реализуется **системой экологического нормирования**, обязательной для каждого природопользователя (юридического или физического лица) и **международной системой экологического менеджмента**, которую каждый природопользователь принимает добровольно. Каждая из этих систем не противоречат друг другу и являются взаимодополняющими.

Общероссийских, всеобъемлющих законодательно и нормативно закрепленных методов и методик управления качеством ресурсопотребления не существует. В настоящее время действуют отраслевые нормативы по изъятию некоторых природных ресурсов, например Это одно из наиболее актуальных научных направлений, требующих развития.

Система экологического нормирования, действующая а настоящее время, регламентирует только процессы **загрязнения** атмосферы, водных объектов, почвы, продуктов питания.

Цель системы экологического нормирования – обеспечить нормативное качество компонентов окружающей среды (воздуха, воды, почв и др.) при любых антропогенных управляющих воздействиях.

Все элементы системы экологического нормирования следует рассматривать исходя из классической модели системы управления (рисунок 1).

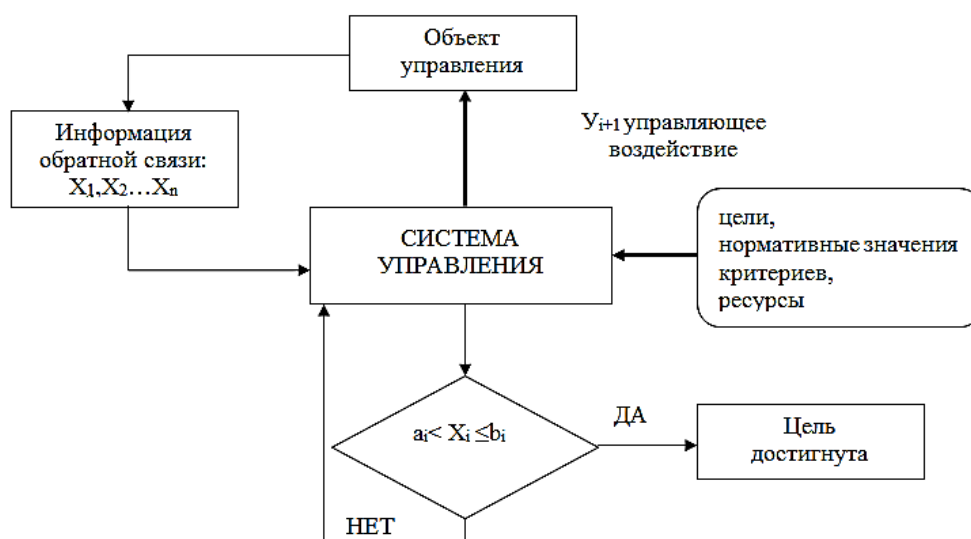


Рисунок 1- Модель системы управления и принятия управленческих решений

При исследовании проблем загрязнения окружающей среды **объектом управления** является любой элемент природной среды (атмосфера, поверхностные и подземные воды, почвы и др.), на который оказывают управляющие воздействия антропогенные потоки энергии и веществ. Состояние объекта управления определяется системой показателей, по численному значению которых оценивается качество окружающей среды. Основными характеристиками загрязнения окружающей среды являются **концентрации загрязняющих веществ, уровни физических воздействий (шума, вибрации), уровни радиации**. Данные характеристики также являются основой мониторинга объекта управления и представляют собой **информацию обратной связи**, которая характеризует состояние объекта управления в результате управляющего воздействия.

В качестве входной информации в любую систему управления используется система целей, ресурсы (денежные энергетические, материальные, трудовые) и законы и различные нормативные документы.

Характеристиками степени достижения целей являются критерии оценки. Численными значениями критериев оценки качества загрязненной окружающей среды являются **предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в элементах среды** (воздухе, воде, почве). Все значения предельно допустимых концентраций и предельно допустимых уровней содержатся в разделе системы экологического нормирования, которая называется «Санитарно-гигиенические нормы». Таким образом «Санитарно-гигиенические нормы» служат для **оценки** влияния деятельности человека на состояние окружающей среды.

Управляющими воздействиями, изменяющими состояние объекта управления (воздуха, воды, почвы), являются выбросы (в воздух) и сбросы (в воду и на почву) загрязняющих веществ. Предельно допустимые выбросы и сбросы являются нормативами воздействий и составляют основу раздела системы экологического нормирования, который называется «Нормативы воздействий». Нормативы воздействий служат экологическими ограничениями на управляющие воздействия и решают задачу экологически обоснованного управления качеством окружающей среды.

Таким образом, система экологического нормирования РФ, обязательная для всех природопользователей имеет следующую

структуру (рисунок 2).



Рисунок 2 - Система нормативов в области охраны окружающей среды

Нормирование в области охраны окружающей среды осуществляется в целях государственного регулирования воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду, гарантирующего сохранение благоприятной окружающей среды и обеспечение экологической безопасности

Нормативы качества окружающей среды или санитарно-гигиенические нормативы - нормативы, которые установлены в соответствии с физическими, химическими, биологическими и иными показателями для оценки состояния окружающей среды и при соблюдении которых обеспечивается благоприятная окружающая среда.

Нормативы качества окружающей среды являются величиной неизменной на всей территории Российской Федерации и могут иметь только одно и тоже значение.

7.1. Нормативы качества окружающей среды

В настоящее время **нормативы качества атмосферного воздуха** определяются ГН 2.1.6.1338-03 Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест (содержит более 600 наименований веществ, в том числе более 40 веществ выброс которых запрещен).

ПДК загрязняющего вещества в атмосферном воздухе - концентрация, не оказывающая в течение всей жизни прямого или косвенного неблагоприятного действия на настоящее или будущие поколения, не снижающая работоспособности человека, не ухудшающая его самочувствия и санитарно-бытовых условий жизни.

Величина ПДК определяется в мг вещества на 1 м³ воздуха (мг/м³). Некоторые значения ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов приведены в таблице 1.

Перечень ПДК помимо традиционных разделов (названий веществ, значений максимальной разовой и среднесуточной ПДК, класса опасности веществ) включает лимитирующий показатель вредности (ЛПВ), в соответствии с которым обоснована ПДК.

Лимитирующий (определяющий) показатель вредности характеризует направленность биологического действия вещества: рефлекторное и резорбтивное. Под рефлекторным действием понимается реакция со стороны рецепторов верхних дыхательных

путей - ощущение запаха, раздражение слизистых оболочек, задержка дыхания и т.п. Указанные эффекты возникают **при кратковременном воздействии вредных веществ**, поэтому рефлекторное действие лежит в основе установления **максимальной разовой ПДК (ПДК_{м.р.})**. Под резорбтивным действием понимают возможность развития общетоксических, гонадотоксических, эмбриотоксических, мутагенных, канцерогенных и других эффектов, возникновение которых зависит не только от концентрации вещества в воздухе, но и длительности ее вдыхания. С целью предупреждения развития резорбтивного действия устанавливается **среднесуточная ПДК (ПДК_{с.с.})**.

Таблица 1 - ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов

Код	Наименование вещества	ПДК, мг/м ³		Класс опасности
		максимальная разовая (ПДК _{мр})	среднесуточная (ПДК _{сс})	
0301	Азот (IV) оксид (азота диоксид)	0,20	0,04	2
0330	Сера диоксид (ангидрид сернистый)	0,5	0,05	3
0703	Бенз(а)пирен	-	0,000001	1
0602	Бензол	0,3	0,1	2
0110	Ванадия пятиокись	-	0,002	1
0302	Азотная кислота (по молекуле HNO ₃)	0,4	0,15	2
0322	Серная кислота (по молекуле H ₂ SO ₄)	0,3	0,1	2
0328	Углерод черный (Сажа)	0,15	0,05	3
0184	Свинец и его неорганические соединения (в пересчете на свинец)	0,001	0,0003	1
0333	Сероводород	0,008	-	2
0337	Углерод оксид	5	3	4

Поэтому, для источников, имеющих постоянный выброс и оказывающих системное долгосрочное воздействие на живые организмы, например, котельных, ТЭС и др. при оценке качества атмосферного воздуха используются **среднесуточные ПДК**.

Качество атмосферного воздуха оценивается по СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест:

Предотвращение появления запахов, раздражающего действия и рефлекторных реакций у населения, а также острого влияния

атмосферных загрязнений на здоровье в период кратковременных подъемов концентраций обеспечивается соблюдением максимальных разовых ПДК (ПДК_{мр}).

Предотвращение неблагоприятного влияния на здоровье населения при длительном поступлении атмосферных загрязнений в организм обеспечивается соблюдением среднесуточных ПДК (ПДК_{сс}) т.е. **качество атмосферного воздуха** оценивается путем сравнения **среднесуточных концентраций каждого вещества (C_i)** с соответствующими среднесуточными предельно допустимыми концентрациями вредных веществ (ПДК_{с.с.}):

$$C_i \leq \text{ПДК}_i \quad \text{или} \quad \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \leq 1$$

Кроме максимально разовых и среднесуточных используется **предельно допустимая концентрация рабочей зоны ПДК_{рз}** – это концентрация, которая при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 часов, или при другой продолжительности (но не более 41 часа в неделю), на протяжении всего рабочего стажа не должна вызывать заболевания или отклонения в состоянии здоровья, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений.

Под **качеством воды** понимается характеристика ее состава и свойств, определяющая ее пригодность для конкретных видов водопользования (ГОСТ 17.1.1.01-77 «Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения»).

«Санитарными правилами и нормами охраны поверхностных вод от загрязнений» (1988 г.) устанавливаются две категории водоемов (или их участков):

1-я – водоемы хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения,

2-я – водоемы рыбохозяйственного назначения.

К **хозяйственно-питьевому** водопользованию относится использование водных объектов или их участков в качестве источников хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также для снабжения предприятий пищевой промышленности.

К **культурно-бытовому** водопользованию относится использование водных объектов для купания, занятия спортом и отдыха населения. Требования к качеству воды, установленные для

культурно-бытового водопользования, распространяются на все участки водных объектов, находящихся в черте населенных мест, независимо от вида их использования объектами для обитания, размножения и миграции рыб и других водных организмов.

К рыбохозяйственному водопользованию относится использование водных объектов для обитания, размножения и миграции рыб и других водных организмов.

Категория водопользования определяется Министерством природных ресурсов и экологии России.

Для каждой категории водоемов установлена соответствующая ПДК.

Предельно допустимая концентрация в воде водоема хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования ($\text{ПДК}_{\text{хоз-быт}}$) - это концентрация вредного вещества в воде, которая не должна оказывать прямого или косвенного влияния на организм человека в течение всей его жизни и на здоровье последующих поколений, и не должна ухудшать гигиенические условия водопользования.

Предельно допустимая концентрация в воде водоема, используемого для рыбохозяйственных целей ($\text{ПДК}_{\text{рыб-хоз}}$) - это концентрация вредного вещества в воде, которая не должна оказывать вредного влияния на популяции рыб, в первую очередь промысловых.

ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования» содержат 1356 наименований вредных веществ. Однако для регулярных наблюдений на водных объектах контролирующими органами обычно используется не более 30-100 ингредиентов.

Примеры ПДК вредных веществ поверхностных водных объектов приведены в таблице 2.

Величина $\text{ПДК}_{\text{рыб-хоз}}$ для подавляющего большинства нормируемых веществ всегда значительно меньше $\text{ПДК}_{\text{хоз-быт}}$.

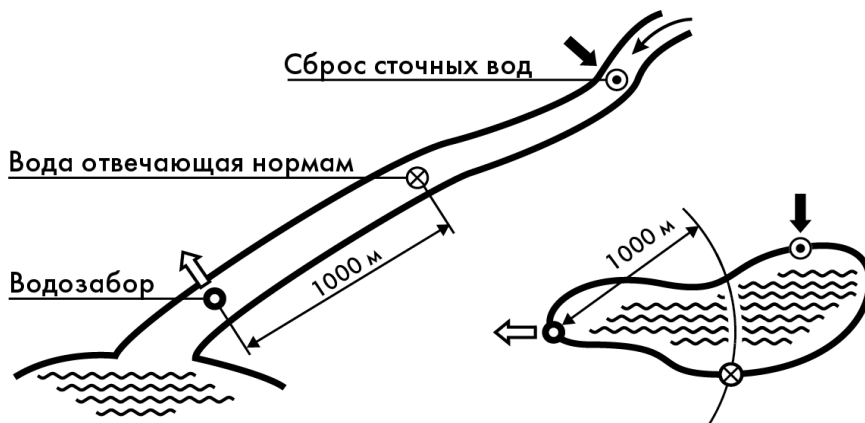
Оценка качества воды поверхностных водных объектов для водотоков первой категории соответствие нормам проверяется в контрольном створе, расположенном на 1 км выше водозабора, а для непроточных – в радиусе 1 км (рисунок 3)

Для рыбохозяйственных водоемов вода должна соответствовать нормам в месте выпуска сточных вод при

рассеивающем выпуске (наличие течения), а при отсутствии течений – не далее чем в 500 м от места выпуска.

Таблица 2 - Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воде

Ингредиенты	ПДК, мг/л	
	Водоёмы хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения	Водоёмы рыбохозяйственного водопользования
БПК _{полн}	6	3
Растворенный кислород	не менее 4	не менее 6
Взвешенные вещества	+ 0,75 к фону	+0,25 к фону
Азот аммонийный	2,0	0,4
Нефтепродукты	0,3	0,05
Хлориды	350,0	300,0
Алюминий	0,5	0,04
СПАВ	0,5	0,1
Железо	0,5	0,1
Ртуть	0,005	0,00001



а) водоёмы хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения



б) водоёмы рыбохозяйственного водопользования

Рисунок 3 - Створы водных объектов

Принципы нормирования вредных веществ в почве существенно отличаются от принципов нормирования их для водоемов и атмосферного воздуха, так как загрязняющие вещества, попадают в организм человека косвенно, через среду, контактирующую с почвой: воду, воздух и растения.

Нормирование загрязняющих веществ в почве включает:

- нормирование содержания пестицидов (химических средств защиты растений) в пахотном слое почвы сельскохозяйственных угодий;
- нормирование накопления токсичных веществ на территории предприятия;
- нормирование загрязненности почвы в жилых районах, в том числе в местах временного хранения бытовых отходов.

Предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества в почве (ПДКп) - концентрация при которой не оказываться прямого или косвенного отрицательного воздействия на контактирующие с почвой воду, воздух и, следовательно, здоровье человека, а также на самоочищающую способность почвы.

Нормативы утверждены в ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве», которые содержат 39 наименований веществ. В таблице 3 приведены примеры значений ПДК для почвы.

Таблица 3 - Предельно допустимые концентрации химических веществ в почве

№№ п/п	Наименование вещества	Величина ПДК (мг/кг)
1	Бенз/а/пирен	0,02
2	Бензин	0,1
3	Ванадий	150,0
4	Ванадий+марганец	100+1000
5	Марганец	1500
7	Нитраты (по NO ₃)	130,0
8	Ртуть	2,1
9	Свинец	32,0
10	Свинец + ртуть	20,0+1,0

Для оценки качества почв детских дошкольных, школьных и лечебно-профилактических учреждений, игровых площадок и зон

отдыха отбор проб проводят не менее 2 раз в год - весной и осенью. Размер пробной площадки должен быть не более 5 х 5 м. Отбор проб проводится отдельно из песочниц и общей территории с глубины 0-10 см. С каждой песочницы отбирается одна объединенная проба, составленная из 5 точечных.

Опасность загрязнения тем выше, чем больше фактическое содержание компонентов загрязнения почвы (С) превышает ПДК, что может быть выражено коэффициентом:

$$K_o = C/ПДК$$

Предельно допустимая концентрация в продуктах питания (ПДКпр) - концентрация вредного вещества в продуктах питания, которая в течение неограниченно продолжительного времени при ежедневном воздействии не вызывает заболевания или отклонения в состоянии здоровья человека.

ПДКпр утверждены в СанПиН 2.3.2.560-96 «Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов».

Гигиенические нормативы качества и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов разработаны для следующих категорий продуктов питания:

- мясо и мясопродукты,
- птица, яйца и продукты их переработки,
- молоко и молочные продукты,
- рыба, нерыбные объекты промысла и продукты, вырабатываемые из них,
- зерно (семена), мукомольно-крупяные и хлебобулочные изделия,
- сахар и кондитерские изделия,
- плодоовощная продукция,
- масличное сырье и жировые продукты, напитки,
- другие продукты,
- биологически активные продукты питания.

Предельно допустимый уровень (ПДУ) – это максимальный уровень воздействия радиации, шума, вибрации, магнитных полей и иных вредных физических воздействий, который не представляет опасности для здоровья человека.

С физиологической точки зрения **шум** — это всякий неблагоприятный воспринимаемый звук.

Физическая характеристика громкости звука - уровень

звукового давления измеряется в децибелах (дБ). Поскольку ухо человека имеет разную чувствительность к звукам разных частот, эту неравномерность модулируют с помощью специального электронного частотного фильтра, получая, так называемый эквивалентный (по энергии, "взвешенный") уровень звука с размерностью дБА (то есть - с фильтром "А").

Нормируемыми параметрами для шума, создаваемого источниками **непостоянного** (прерывистого, колеблющегося во времени) **шума**, являются:

– эквивалентные уровни звука:

• $L_{A_{экв}}$ в дБА

• L в дБ в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами -31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000 и 8000 Гц,

– максимальные уровни звука $L_{A_{макс}}$, дБА.

Шум считают в пределах нормы, когда он как по эквивалентному, так и по максимальному уровню не превышает установленные нормативные значения согласно:

– СНиП 23-03-2003 «Защита от шума».

– ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ «Шум. Общие требования безопасности»,

– СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

– СанПиН 2.1.2.2645-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях».

В таблице 4 приведены некоторые нормативы по шуму.

Нормативные требования по уровням шума в жилых и общественных зданиях установлены для различных категорий:

категория А — обеспечение высококомфортных условий;

категория Б — обеспечение комфортных условий;

категория В — обеспечение предельно допустимых условий.

Категорию здания устанавливают техническим заданием на проектирование

СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная **вибрация**, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий» устанавливает:

– классификацию,

– нормируемые параметры,

- предельно допустимые значения производственных вибраций,
- допустимые значения вибраций в жилых и общественных зданиях.

Таблица 4 - Нормативы по шуму

Назначение помещений или территорий	Время суток, ч	Уровень звука L_A (эквивалентный уровень звука $L_{Aэв}$), дБА	Максимальный уровень звука L_{Amax} , дБА
Палаты больниц и санаториев	7.00-23.00	35	50
	23.00-7.00	25	40
Жилые комнаты квартир - в домах категории А - в домах категорий Б и В	7.00-23.00	35	50
	23.00-7.00	25	40
	7.00-23.00	40	55
	23.00-7.00	30	45
Территории, непосредственно прилегающие к жилым зданиям, домам отдыха, домам-интернатам для престарелых и инвалидов	7.00-23.00	55	70
	23.00-7.00	45	60

Гигиеническая оценка вибрации, воздействующей на человека, производится следующими методами:

- частотным (спектральным) анализом нормируемого параметра;
- интегральной оценкой по частоте нормируемого параметра;
- интегральной оценкой с учетом времени вибрационного воздействия по эквивалентному (по энергии) уровню нормируемого параметра.

Основным документом, регламентирующим уровни воздействия ионизирующих излучений в РФ, является **СанПиН 2.6.1.2523-09** «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)», который определяет пределы доз, допустимые уровни воздействия ионизирующего излучения и другие требования по ограничению облучения человека.

СанПиН 2.6.1.2523-09 устанавливают следующие категории облучаемых лиц:

- персонал (лица, работающие с техногенными источниками излучения или работающие на радиационном объекте,
- все население, включая лиц из персонала, вне сферы

и условий их производственной деятельности.

Нормирование электромагнитного излучения (ЭМИ) осуществляется в зависимости от:

- диапазон частот,
- значения напряженности электрического и магнитного полей и энергетическая нагрузка.

К иным нормативам качества относятся нормативы санитарных и защитных зон

Санитарно - защитная зона (СЗЗ) - это специальная территория с особым режимом использования, отделяющая предприятия, их отдельные здания и сооружения с технологическими процессами, являющимися источниками воздействия на среду обитания и здоровье человека, от жилой застройки.

Размер СЗЗ обеспечивает уменьшение воздействия загрязнения на атмосферный воздух (химического, биологического, физического) до значений, установленных гигиеническими нормативами.

Она является обязательным элементом любого объекта, который может быть источником химического, биологического или физического воздействия на среду обитания и здоровье человека.

СЗЗ устанавливается согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов».

Ширина санитарно-защитной зоны устанавливается с учетом санитарной классификации, результатов расчетов ожидаемого загрязнения атмосферного воздуха и уровней физических воздействий, а для действующих предприятий - и натурных исследований.

Для различных производств и объектов устанавливаются следующие размеры санитарно-защитных зон:

- *предприятия первого класса* - 1000 м (производство по переработке нефти, попутного нефтяного и природного газа, производство суперфосфатных удобрений, мусоросжигательные и мусороперерабатывающие заводы мощностью свыше 40 тыс. т/год.),
- *предприятия второго класса* - 500 м (производство синтетических моющих средств,

производство искусственной кожи с применением летучих органических растворителей),

- предприятия третьего класса - 300 м (производство никотина, производство искусственных минеральных красок, заводы по розливу природных минеральных вод с выделением пахучих веществ),

- предприятия четвертого класса - 100 м (производство мыла, бетонно-растворный узел, швейная фабрика, банно-прачечные комбинаты, снеготаялки и снегосплавные пункты),

- предприятия пятого класса - 50 м (сборка мебели из готовых изделий без лакирования и окраски, заводы коньячного спирта).

Не допускается размещение в санитарно-защитной зоне:

- коллективных или индивидуальных дачных и садово-огородных участков,

- спортивных сооружений,

- парков,

- образовательных и детских учреждений,

- лечебно-профилактических и оздоровительных учреждений общего пользования.

В границах санитарно-защитной зоны допускается размещать:

- сельхозугодия для выращивания технических культур, не используемых для производства продуктов питания;

- предприятия, их отдельные здания и сооружения с производствами меньшего класса вредности, чем основное производство. При наличии у размещаемого в СЗЗ объекта выбросов, аналогичных по составу с основным производством, обязательно требование не превышения гигиенических нормативов на границе СЗЗ и за ее пределами при суммарном учете (рисунок 4);

- пожарные депо, бани, прачечные, объекты торговли и общественного питания, мотели, гаражи, площадки и сооружения для хранения общественного и индивидуального транспорта, автозаправочные станции;

- ЛЭП, электроподстанции, нефте-газопроводы,

артезианские скважины для технического водоснабжения и прочие объекты.

Санитарно-защитная зона должна быть максимально озеленена для:

- предприятий IV, V классов не менее 60% площади,
- предприятий II и III класса не менее 50%,
- предприятий, имеющих санитарно-защитную зону 1000 м и более - не менее 40% ее территории с обязательной организацией полосы древесно-кустарниковых насаждений со стороны жилой застройки.



Рисунок 4 - Пример СЗЗ предприятий

Охрана источников водоснабжения осуществляется согласно СанПиН 2.1.4.1110-02 «Зоны санитарной охраны (ЗСО) источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения».

Основной целью создания и обеспечения режима в ЗСО является санитарная охрана от загрязнения источников водоснабжения и водопроводных сооружений, а также территорий, на которых они расположены.

ЗСО организуются в составе трех поясов:

1. Первый пояс (строгoго режима) включает территорию расположения водозаборов, площадок всех

водопроводных сооружений и водопроводящего канала. Его назначение - защита места водозабора и водозаборных сооружений от случайного или умышленного загрязнения и повреждения.

2. Второй и третий пояса (пояса ограничений) включают территорию, предназначенную для предупреждения загрязнения воды источников водоснабжения.

Границы поясов ЗСО поверхностного источника

Границы первого пояса для водотоков:

вверх по течению - не менее 200 м от водозабора;
вниз по течению - не менее 100 м от водозабора;
по прилегающему к водозабору берегу - не менее 100 м от линии уреза воды летне-осенней межени;

в направлении к противоположному от водозабора берегу при ширине реки или канала менее 100 м - вся акватория и противоположный берег шириной 50 м от линии уреза воды при летне-осенней межени, при ширине реки или канала более 100 м - полоса акватории шириной не менее 100 м.

Пример первого пояса ЗСО представлен на рисунке 5.

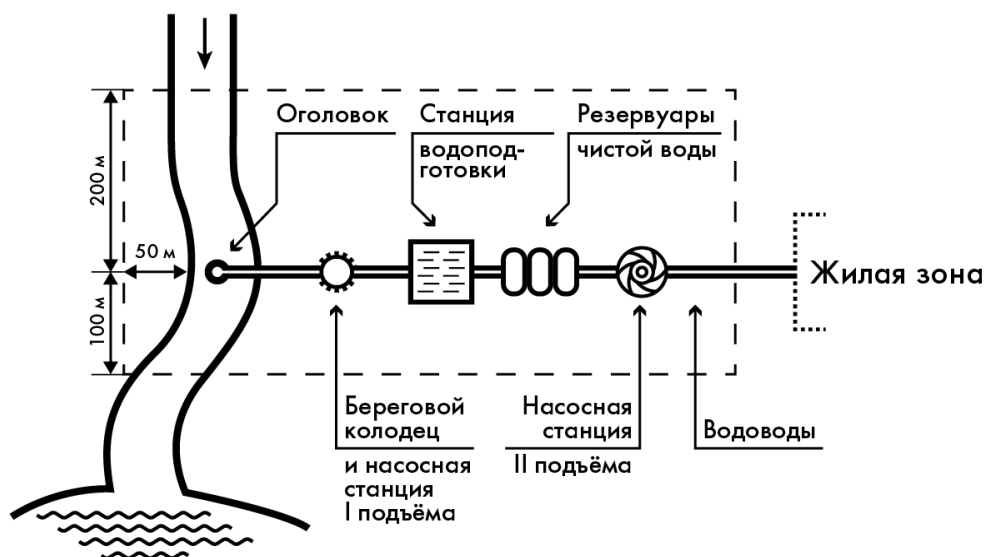


Рисунок 5 - Граница первого пояса ЗСО поверхностного источника

Границы второго пояса ЗСО водотоков (реки, канала) и водоемов (водохранилища,

Мероприятия по первому поясу:

– не допускается спуск любых сточных вод, в том

числе сточных вод водного транспорта, а также купание, стирка белья, водопой скота и другие виды водопользования, оказывающие влияние на качество воды;

– акватория первого пояса ограждается буями и другими предупредительными знаками;

– на судоходных водоемах над водоприемником должны устанавливаться бакены с освещением,

– территория первого пояса ЗСО должна быть спланирована для отвода поверхностного стока за ее пределы, озеленена, ограждена и обеспечена охраной.

Границы ЗСО подземного источника

Водозабор должен располагаться вне территории промышленных и жилых объектов. Граница *1-го пояса* – не менее 30 м от водозабора для защищенных (межпластовых) подземных вод и не менее 50 м – для недостаточно защищенных (грунтовых) вод. Зоны ограничения составляют для защищенных вод не менее 200 м от водозабора в холодном и умеренном климате и 100 м в жарком; для недостаточно защищенных вод – 400 м.

Основные мероприятия на территории ЗСО подземных источников

– территория первого пояса ЗСО должна быть спланирована для отвода поверхностного стока за ее пределы, озеленена, ограждена и обеспечена охраной;

– дорожки к сооружениям должны иметь твердое покрытие.

– не допускается размещение жилых и хозяйственно-бытовых зданий, проживание людей, применение ядохимикатов и удобрений.

– здания должны быть оборудованы канализацией с отведением сточных вод в ближайшую систему бытовой или производственной канализации или на местные станции очистных сооружений, расположенные за пределами первого пояса ЗСО с учетом санитарного режима на территории второго пояса.

Согласно Водному кодексу РФ от 03.06.2006 N 74-ФЗ Статья 65:

Водоохранными зонами являются территории, которые примыкают к береговой линии морей, рек, ручьев, каналов, озер, водохранилищ и на которых устанавливается специальный режим

осуществления хозяйственной и иной деятельности в целях предотвращения загрязнения, засорения, заиления указанных водных объектов и истощения их вод, а также сохранения среды обитания водных биологических ресурсов и других объектов животного и растительного мира.

В границах водоохранных зон **устанавливаются прибрежные защитные полосы**, на территориях которых вводятся дополнительные ограничения хозяйственной и иной деятельности.

За пределами территорий городов и других населенных пунктов ширина водоохранной зоны рек, ручьев, каналов, озер, водохранилищ и ширина их прибрежной защитной полосы устанавливаются от соответствующей береговой линии, а ширина водоохранной зоны морей и ширина их прибрежной защитной полосы - от линии максимального прилива.

Ширина водоохранной зоны рек или ручьев устанавливается в зависимости от их протяженности (таблица 5).

Таблица 5 – Размер водоохранной зоны

Протяженность реки, км	Ширина водоохранной зоны, м
До 10	50
10-50	100
Более 50	200

Водоохранная зона устанавливается по обе стороны водотока от береговой линии (рисунок 6).

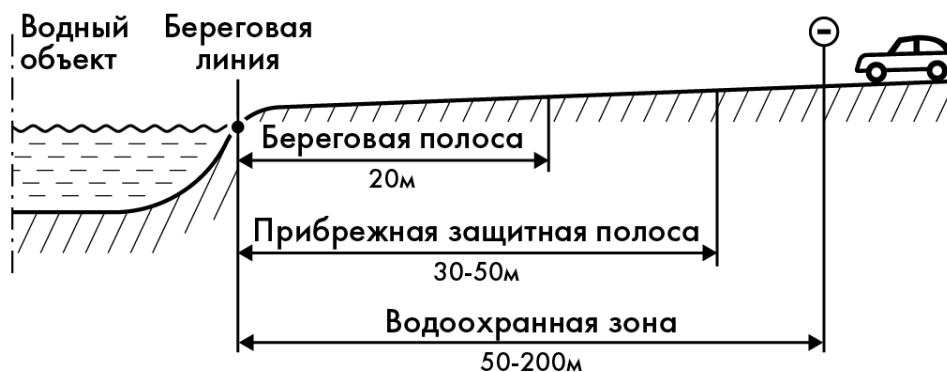


Рисунок 6 - Водоохранная зона

Береговая полоса - полоса земли вдоль береговой линии водного объекта общего пользования (береговая полоса) предназначена для общего пользования.

Ширина береговой полосы водных объектов общего пользования составляет **двадцать метров**, за исключением

береговой полосы каналов, а также рек и ручьев, протяженность которых от истока до устья не более чем десять километров. Ширина береговой полосы каналов, а также рек и ручьев, протяженность которых от истока до устья не более чем десять километров, составляет пять метров.

Каждый гражданин вправе пользоваться (без использования механических транспортных средств) береговой полосой водных объектов общего пользования для передвижения и пребывания около них, в том числе для осуществления любительского и спортивного рыболовства и причаливания плавучих средств.

Ширина прибрежной защитной полосы устанавливается в зависимости от уклона берега водного объекта и составляет 30-50 м.

В границах водоохранных зон запрещаются:

1. использование сточных вод для удобрения почв;
2. размещение кладбищ, скотомогильников, мест захоронения отходов производства и потребления, радиоактивных, химических, взрывчатых, токсичных, отравляющих и ядовитых веществ;
3. осуществление авиационных мер по борьбе с вредителями и болезнями растений;
4. движение и стоянка транспортных средств (кроме специальных транспортных средств), за исключением их движения по дорогам и стоянки на дорогах и в специально оборудованных местах, имеющих твердое покрытие.

В границах водоохранных зон допускаются проектирование, строительство, реконструкция, ввод в эксплуатацию, эксплуатация хозяйственных и иных объектов при условии оборудования таких объектов сооружениями, обеспечивающими охрану водных объектов от загрязнения, засорения и истощения вод в соответствии с водным законодательством и законодательством в области охраны окружающей среды.

В границах прибрежных защитных полос также устанавливаются дополнительные **ограничения:**

1. распашка земель;
2. размещение отвалов размываемых грунтов;
3. выпас сельскохозяйственных животных и организация для них летних лагерей, ванн.

Закрепление на местности границ водоохранных зон и границ прибрежных защитных полос специальными информационными знаками осуществляется в соответствии с земельным законодательством.

7.2. Нормативы допустимого воздействия на окружающую среду

Нормативы допустимого воздействия на окружающую среду индивидуальны для каждого предприятия.

Предельно допустимый выброс (ПДВ) – это выбросы такого количества вещества в единицу времени, которые не создадут их приземную концентрацию, большую чем ПДК.

Величина ПДВ определяется каждым природопользователем для каждого источника воздействия на окружающую среду, исходя из:

- нормативов качества окружающей среды (ПДК),
- технологических нормативов и технологических особенностей предприятия,
- с учетом влияния других источников воздействия (фоновых концентраций),
- природно-климатических особенностей.

Характер распределения концентрации вредных веществ в атмосфере под факелом организованного источника показан на рисунке 7.

В городской среде, при наличии нескольких источников выбросов, **требование к качеству воздуха** населенного пункта должно соответствовать следующему условию:

$$C_{max_i} + C_{\phi i} \leq ПДК,$$

где C_{max_i} – фактическая максимальная концентрация i -го загрязняющего вещества, созданная источником загрязнения (например котельная) мг/м³

$C_{\phi i}$ – фоновая концентрация i -го загрязняющего вещества, мг/м³

Фоновая концентрация C_{ϕ} (мг/м³) для отдельного источника выброса характеризует загрязнение атмосферы в городе или другом населенном пункте, создаваемое другими источниками, исключая данный.

Фоновая концентрация устанавливается единым значением по

городу или дифференцировано по территории города (по постам наблюдений с учетом скорости и направления ветра).



Рисунок 7 - Распределение загрязнений в зависимости от удаления от источника

Норматив допустимых сбросов веществ (НДС) - максимальное количество вещества в сточных водах, допустимое для сброса в единицу времени, при котором в контрольном створе реки концентрации загрязняющих веществ не превышают ПДК. Для водоемов санитарно-бытового водопользования НДС определяются по формуле

$$НДС = q \cdot C_{НДС}, \text{ кг/ч, где}$$

- q ($\text{м}^3/\text{ч}$) максимальный часовой расход сточных вод;

$C_{НДС}$, концентрация загрязняющего вещества, соответствующая НДС ($\text{г}/\text{м}^3$).

Для водоемов рыбохозяйственного водопользования величины НДС определяются как произведение максимального часового расхода сточных вод - q ($\text{м}^3/\text{ч}$) на предельно допустимую концентрацию загрязняющего вещества ПДК ($\text{г}/\text{м}^3$) в тех случаях, когда фоновая концентрация загрязняющих веществ в водоеме равна или превышает ПДК:

$$НДС = q \cdot \text{ПДК}, \text{ г/час}$$

Норматив допустимого сброса рассчитывается для:

– бытовых сточных вод,

- промышленных сточных вод,
- дренажных воды поверхностного (дождевого и талого) стока.

Отходы производства и потребления - остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, иных изделий или продуктов, которые образовались в процессе производства или потребления, а также товары (продукция), утратившие свои потребительские свойства.

Отходы обладают следующими опасными свойствами:

- токсичность,
- пожароопасность,
- взрывоопасность,
- высокая реакционная способность,
- содержание возбудителей инфекционных болезней.

Класс опасности отходов устанавливается по степени возможного вредного воздействия на окружающую природную среду при непосредственном или опосредованном воздействии опасного отхода на нее в соответствии с Критериями, приведенными в таблице 11 (в соответствии с приказом МПР РФ «Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды», 2001г).

Для каждого вида отходов устанавливается **класс опасности отходов** для окружающей среды

I –чрезвычайно опасные (это вышедшие из употребления ртутные люминесцентные и энергосберегающие лампы);

II – высокоопасные;

III- умеренно опасные;

IV – малоопасные;

V –практически неопасные

Опасные отходы – это все отходы I-IV класс опасности, а также отходы V класса, если они обладают иными опасными свойствами.

В зависимости от степени возможного вредного воздействия на окружающую среду при непосредственном или опосредованном воздействии опасного отхода на нее Класс опасности отходов может быть установлен на основании:

- сведений, содержащихся в федеральном классификационном каталоге отходов (ФККО),

– расчетным или (и) экспериментальным методом в соответствии с Критериями отнесения опасных отходов к классам опасности для окружающей природной среды.

Нормативы образования отходов и лимиты на их размещения (НООЛР) устанавливаются для всех предприятий, в целях обеспечения охраны окружающей природной среды и здоровья человека.

Норматив образования отходов – установленное количество отходов конкретного вида при производстве единицы продукции.

Нормативы образования отходов рассчитываются с помощью различных методик или удельных показателей в зависимости от конкретного производства.

Нормативы допустимого изъятия компонентов природной среды устанавливаются в соответствии с ограничениями объема их изъятия в целях сохранения природных и природно-антропогенных объектов, обеспечения устойчивого функционирования естественных экологических систем и предотвращения их деградации.

Нормативы допустимого изъятия компонентов природной среды и порядок их установления определяются законодательством о недрах, земельным, водным, лесным законодательством, законодательством о животном мире и иным законодательством в области охраны окружающей среды и природопользования.

Примером нормативов допустимого изъятия компонентов природной среды могут служить:

- общие допустимые уловы биологических ресурсов,
- лимиты и квоты забора (изъятия) воды из водного объекта,
- лимиты использования объектов животного мира и др.

Согласно ФЗ РФ « О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» (2004) – Общие допустимые уловы водных биологических ресурсов – научно обоснованные величины годовой добычи (вылова) водных биологических ресурсов конкретных видов в рыбохозяйственном бассейне или районе промысла.

Ежегодно Росрыболовством издается приказ «Об утверждении общего допустимого улова водных биологических ресурсов». Данному приказу предшествуют рассмотрение государственной

экологической экспертизой материалов, обосновывающих общий допустимый улов водных биологических ресурсов для рыбохозяйственных бассейнов и районов промысла во внутренних морских водах Российской Федерации, а также в территориальном море Российской Федерации, на континентальном шельфе Российской Федерации и в исключительной экономической зоне Российской Федерации, в Азовском и Каспийском морях. К разработке этих материалов, привлекаются научно-исследовательские организации, проводятся экспедиционные судовые и береговые наблюдения, камеральная и аналитическая обработка собранных материалов, в том числе с помощью методов математического моделирования.

Пример допустимого улова в 2012 (Приказ Росрыболовства от 05 октября 2011 г. N 983 «Об утверждении общего допустимого улова водных биологических ресурсов на 2012 год») приведен в таблице 6.

Таблица 6 - Общий допустимый улов водных биологических ресурсов во внутренних водах РФ, тыс.т.

Водные биологические ресурсы	Баренцево море	Белое море
Краб камчатский	4	-
Краб-стригун опилио	0,00098	-
Морские гребешки	1	-
Белуха (тыс. штук)	0,2	0,05
Кольчатая нерпа (акиба) (тыс. штук)	0,5	0,5
Морской заяц (лахтак) (тыс. штук)	0,15	0,02
	Чукотская зона	Чукотское море
Минтай	5,3	-
Сельдь тихоокеанская	0,028	-
Треска	7	-
Белуха (тыс. штук)	0,06	0,06
Морж (тыс. штук)	0,5	0,75
Морской заяц (лахтак) (тыс. штук)	2,5	2

Предельно допустимая антропогенная нагрузка на окружающую среду (ПДН) – это максимальная интенсивность антропогенного воздействия на окружающую среду, не приводящая к нарушению устойчивости экологических систем.

В соответствии с ФЗ РФ «Об охране окружающей среды» (2002 г), статьей 27:

1. Нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду устанавливаются для субъектов

хозяйственной и иной деятельности в целях оценки и регулирования воздействия всех стационарных, передвижных и иных источников воздействия на окружающую среду, расположенных в пределах конкретных территорий и (или) акваторий.

2. Нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду устанавливаются по каждому виду воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и совокупному воздействию всех источников, находящихся на этих территориях и (или) акваториях.
3. При установлении нормативов допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду учитываются природные особенности конкретных территорий и (или) акваторий.

Различают:

- отраслевые нормы ПДН - применяют к отдельным видам природных ресурсов (леса, популяции наземных и морских животных, сенокосы, пастбища и др.),
- региональные нормы ПДН - разрабатывают с учетом хозяйственной деятельности или рекреационной нагрузки на природные комплексы в целом.

Отраслевые нормы предельно допустимой нагрузки, например, включают:

- оптимальное число охотников, приходящихся на число диких животных или единицу охотничьих угодий;
- предельное число домашнего скота, приходящегося на единицу пастбищных угодий;
- предельные нормы посетителей, пребывающих одновременно на экскурсию в заповедник;
- предельные нормы пребывания людей в лесу (отдельно хвойном, отдельно лиственном) в расчете 12-15 человек на гектар;
- максимальное количество диких копытных животных на единицу площади охотничьих угодий.

Например, в соответствии с приказом Министерство природных ресурсов РФ «Об утверждении правил использования лесов для выращивания лесных плодовых, ягодных, декоративных растений, лекарственных растений (2007) – Заготовка березового сока допускается на участках спелого леса не ранее чем за 5 лет до

рубки. Заготовка березового сока осуществляется способом подсочки в насаждениях, где проводятся выборочные рубки, разрешается с деревьев, намеченных в рубку. Для подсочки подбираются участки здорового леса I-III классов бонитета с полнотой не менее 0,4 и количеством деревьев на одном гектаре не менее 200 штук. В подсочку назначают деревья диаметром на высоте груди 20 см и более.

Нормы допустимых воздействий на экологические системы природного комплекса оз. Байкал устанавливают экологические ограничения на использование водных ресурсов, рыбных запасов, лесных богатств, развитие хозяйственной деятельности, связанной с загрязнением атмосферы и природных вод

Примером ПДН, установленного на международном уровне для отдельных стран, является Киотский протокол.

7.3. Инструменты управления качеством окружающей среды

Инструменты управления охраной окружающей среды на государственном уровне представлены на рисунке 8.

Охрана окружающей среды, как и любой вид деятельности общества, нуждается **в правовой и законодательной базе**. Первые природоохранные акты в нашей стране были приняты уже в первые годы Советской власти (1917 г.): декреты «О земле», «О лесах», «О природных заповедниках» и целый ряд других актов.

Целью государственной экологической политики России является формирование экологически ориентированной экономики, характеризующейся минимально-негативным воздействием на окружающую среду, малой ресурсоемкостью и высокой энергоэффективностью.

Источниками экологического права являются - Конституция РФ, законы РФ и субъектов РФ в области охраны окружающей среды, указы и распоряжения Президента РФ и постановления Правительства РФ, нормативные акты министерств и ведомств.

В статье 42 действующей Конституции Российской Федерации записано: «Каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическими правонарушениями». Статья 58 гласит об обязанностях: «Каждый обязан сохранять природу и окружающую среду, бережно относиться к природным богатствам».

Инструменты управления охраной окружающей среды на государственном уровне	законодательство в области охраны окружающей среды (экологическое право)
	международное сотрудничество Российской Федерации в области охраны окружающей среды
	нормирование в области охраны окружающей среды
	государственная экспертиза, экологическая экспертиза и оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС), осуществляемые на стадии проектирования объектов
	Лицензирование на осуществление деятельности по обезвреживанию и размещению отходов
	организационные, технологические и архитектурно-планировочные мероприятия по снижению негативного воздействия на окружающую среду (например, рекультивация земель, зонирование территории города, очистка сточных вод и т.д.)
	экономическое регулирование и финансирование природоохранной деятельности
	государственный экологический контроль и государственный контроль за использованием и охраной отдельных видов природных ресурсов
	научно-технические и технологические разработки и инновационная деятельность в области охраны окружающей среды
	особо охраняемые природные территории
	красная книга РФ и субъектов РФ
	экологический мониторинг
	экологическая сертификация
экологическое образование и просвещение	

Рисунок 8 - Инструменты управления охраной окружающей среды на государственном уровне

В Указе Президента Российской Федерации “О Концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию” (№ 440 от 01.04. 96 г.) декларируется, что переход к устойчивому развитию нельзя осуществить, сохраняя нынешние стереотипы мышления, пренебрегающие возможностями биосферы и порождающие безответственное отношение граждан и юридических лиц к природной среде и обеспечению экологической безопасности. Устойчивое развитие должно обеспечить сбалансированное решение социально-экономических задач, сохранение природно - ресурсного потенциала и благоприятной окружающей среды в целях удовлетворения потребностей нынешнего и будущего поколений людей.

Закон РФ «Об охране окружающей природной среды» N 7-ФЗ, введенным в действие 10 января 2002 г. определяет принципы охраны окружающей среды, права граждан и государственных органов (начиная с законодательных и заканчивая местными исполнительными) в области охраны окружающей природной

среды.

Главными принципами охраны окружающей среды являются:

- ответственность органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления за обеспечение благоприятной окружающей среды и экологической безопасности на соответствующих территориях;

- платность природопользования и возмещение вреда окружающей среде;

- независимость контроля в области охраны окружающей среды;

- презумпция экологической опасности планируемой хозяйственной и иной деятельности;

- обязательность оценки воздействия на окружающую среду при принятии решений об осуществлении хозяйственной и иной деятельности;

- ответственность органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления за обеспечение благоприятной окружающей среды и экологической безопасности на соответствующих территориях;

- платность природопользования и возмещение вреда окружающей среде;

- независимость контроля в области охраны окружающей среды;

- презумпция экологической опасности планируемой хозяйственной и иной деятельности;

- обязательность оценки воздействия на окружающую среду при принятии решений об осуществлении хозяйственной и иной деятельности.

Экологическая доктрина РФ (распоряжение Правительства РФ от № 1225-р 31.08.02г.) определяет цели, направления, задачи и принципы проведения в Российской Федерации единой государственной политики в области экологии на долгосрочный период.

В настоящее время действуют ряд природоохранных и природно – ресурсных законодательных актов:

- ФЗ РФ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (30.03.99г.),
- ФЗ РФ «Об особо охраняемых природных территориях» (14.03.95 г.),
- ФЗ РФ «О радиационной безопасности населения» (09.01.96 г.),
- ФЗ РФ «Об отходах производства и потребления» (10.06.98 г.),
- ФЗ РФ «Об охране атмосферного воздуха» (02.04.99 г.),
- ФЗ РФ «О техническом регулировании» (27.12.2002г) и др.,
- ФЗ РФ «О недрах» (21.02.92 г.),
- Лесной кодекс РФ (04.12.2006г),
- Земельный кодекс РФ (25.07.01 г.),
- Водный кодекс РФ (03.06.2006г.),
- ФЗ РФ «О животном мире» (24.04.95 г.)
- И другие

Нормативными правовыми актами, устанавливающими санитарно-эпидемиологические требования (в том числе критерии безопасности и (или) безвредности факторов среды обитания для человека, гигиенические и иные нормативы), несоблюдение которых создает угрозу жизни или здоровью человека, а также угрозу возникновения и распространения заболеваний являются различные СанПиНы (санитарные правила и нормы) ГН (гигиенические нормативы).

Государственные стандарты (ГОСТ, из серии 17 - «Охрана природы») регламентируют конкретные правила и нормы воздействия на окружающую среду.

Требования охраны окружающей среды и рационального природопользования при проектировании, строительстве и реконструкции объектов отражены в системе строительных норм и правил (СНиП).

Международное сотрудничество Российской Федерации в области охраны окружающей среды (развивается в рамках многосторонних конвенций и соглашений, международных организаций, а также двусторонних договоров и соглашений со странами СНГ, ближнего и дальнего зарубежья).

Важнейший вклад в становление международного сотрудничества внесли: Стокгольмская конференция ООН по проблемам окружающей человека среды (1972 г.), провозгласившая 5 июня Всемирным днем окружающей среды и Международная конференция ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992 г.).

Россия, приняла международные обязательства СССР и стала участницей всех соответствующих международных соглашений и конвенций. Например, около 70 договоров, конвенций, соглашений по регулированию рыболовства и китобойного промысла; ряд соглашений по охране Мирового океана от загрязнения нефтью.

В 1974 году СССР, ПНР, ГДР, ФРГ, Данией, Швецией и Финляндией была заключена конвенция о запрете загрязнения Балтийского моря; в 1973 году принята конвенция по ограничению торговли редкими видами животных и растений; в 1988 году - по природоохранному взаимодействию в Азиатско-Тихоокеанском регионе; в 1987 году - по защите морской среды Балтики; в 1979 году - Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха; в 1987 году - Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой и о постепенном прекращении производства веществ, разрушающих озоновый слой; в 1999 году - Киотский протокол, целью которого является стабилизация концентрации парникового газа (CO₂) в атмосфере на уровне, не допускающем опасного антропогенного воздействия на климатическую систему.

Государственная экспертиза и экологическая экспертиза также являются инструментами управления охраной окружающей среды. Согласно Градостроительному кодексу РФ (статья 49) Государственной экспертизе подлежат проектная документация объектов капитального строительства (здания, строения, сооружения, а также объекты незавершенного строительства, за исключением временных построек, киосков, навесов и других подобных построек), реконструкции, капитального ремонта и результаты инженерных изысканий, выполненных для подготовки такой проектной документации.

Предметом экспертизы являются оценка соответствия проектной документации требованиям технических регламентов, в том числе санитарно-эпидемиологическим, экологическим требованиям, требованиям государственной охраны объектов культурного наследия, требованиям пожарной, промышленной,

ядерной, радиационной и иной безопасности, а также результатам инженерных изысканий, и оценка соответствия результатов инженерных изысканий требованиям технических регламентов.

В документации представленной на государственную экспертизу обязательно должен быть включен раздел «Мероприятия по охране окружающей среды»

Результатом экспертизы проектной документации является заключение о соответствии (положительное заключение) или несоответствии (отрицательное заключение) проектной документации требованиям технических регламентов и результатам инженерных изысканий,

В соответствии с ФЗ № 174 «Об экологической экспертизе» целый ряд объектов попадает под обязательное прохождение государственной экологической экспертизы (например, проекты соглашений о разделе продукции; материалы обоснования лицензий на осуществление отдельных видов деятельности, материалы комплексного экологического обследования участков территорий, обосновывающие придание этим территориям статуса особо охраняемых природных территорий, зоны экологического бедствия или зоны чрезвычайной экологической ситуации)

Данная процедура проводится с целью оценки соответствия намечаемой деятельности экологическим требованиям и допустимости реализации проекта, с целью предупреждения возможного негативного воздействия на окружающую среду.

В Российской Федерации осуществляются государственная экологическая экспертиза и общественная экологическая экспертиза.

Государственная экологическая экспертиза бывает 2-х уровней — федерального и регионального.

На экспертизу предоставляется проект ОВОС (оценки воздействия на окружающую среду), в котором рассмотрены и рассчитаны потенциальное возможное воздействие планируемой деятельности на окружающую среду).

Основные принципы проведения экологической экспертизы:

- презумпция потенциальной экологической опасности любой намечаемой хозяйственной и иной деятельности;

- обязательность проведения государственной экологической экспертизы до принятия решений о реализации объекта экологической экспертизы;
- комплексность оценки воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую природную среду;
- независимость экспертов экологической экспертизы при осуществлении ими своих полномочий;
- научная обоснованность, объективность и законность заключений экологической экспертизы;
- гласность, участие общественных организаций (объединений), учет общественного мнения;
- ответственность участников экологической экспертизы за ее качество.

Заключение государственной экологической экспертизы является обязательным для исполнения всеми юридическими и физическими лицами, которым оно адресовано.

Общественная экологическая экспертиза организуется и проводится по инициативе граждан и общественных организаций (объединений), а также по инициативе органов местного самоуправления общественными организациями (объединениями), основным направлением деятельности которых в соответствии с их уставами является охрана окружающей природной среды, в том числе организация и проведение экологической экспертизы, и которые зарегистрированы в порядке, установленном законодательством Российской Федерации.

Лицензирование на осуществление деятельности по обезвреживанию и размещению отходов осуществляется Федеральной службой по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор). Лицензированию подлежит деятельность по сбору, использованию, обезвреживанию и размещению отходов I - IV классов опасности.

Осуществление предприятием лицензируемых видов деятельности без лицензии, согласно Кодексу РФ об административных правонарушениях это административное нарушение (размер административного штрафа на граждан - от одной тысячи до двух тысяч рублей; на должностных лиц - от десяти тысяч до тридцати тысяч рублей; на лиц, на юридических лиц - от ста тысяч до двухсот пятидесяти тысяч рублей или

административное приостановление деятельности на срок до девяноста суток);

Экономическое регулирование и финансирование природоохранной деятельности

Последние годы в управлении природно-ресурсным комплексом формировались и внедрялись в практику различные экономические методы регулирования.

Центральное место в этом механизме занимают платежи (налоги, сборы) за пользование природными ресурсами и загрязнение окружающей среды.

- платежи за пользование недрами.
- платежи за пользование лесным фондом
- водный налог и плата за пользование водными объектами
- сборы за пользование объектами животного мира и водных биологических ресурсов.
- плата за негативное воздействие на окружающую среду за загрязнение атмосферного воздуха от стационарных и передвижных источников загрязнения,
- сброс сточных вод в водные объекты,
- размещение (т.е. утилизацию на полигоне) отходов производства и потребления,
- земельный налог.

Эти платежи являются бюджетообразующими.

Природоохранные инвестиции ежегодно направляются на:

- охрану водных ресурсов;
- охрану атмосферного воздуха;
- охрану и рациональное использование земель;
- охрану недр и рациональное использование минеральных ресурсов;
- охрану и рациональное использование лесных ресурсов;
- охрану и воспроизводство рыбных запасов;
- охрану и воспроизводство диких зверей, птиц;
- организацию заповедников и других особо охраняемых природных территорий;
- строительство установок для утилизации и переработки отходов производства – предприятий и полигонов по утилизации, обезвреживанию и захоронению

отходов.

Государственный экологический контроль и государственный контроль за использованием и охраной отдельных видов природных ресурсов осуществляет Федеральная служба по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор)

Федеральному контролю в области охраны окружающей среды подлежат:

– объекты федеральных энергетических систем, федерального транспорта, путей сообщения, линий связи (включая телекоммуникационные сети);

– линейные объекты, обеспечивающие деятельность субъектов естественных монополий;

– объекты, связанные с использованием атомной энергии, обеспечением обороны и безопасности государства, относящиеся к оборонному производству (включая объекты внутренних контролируемых и запретных зон);

– объекты, обеспечивающие космическую деятельность;

– объекты производства ядовитых веществ и наркотических средств.

Согласно Федеральному закону Российской Федерации «**Об особо охраняемых природных территориях**» от 14.03.1995 г.,

Особо охраняемые природные территории (ООПТ) - участки земли, водной поверхности и воздушного пространства над ними, где располагаются природные комплексы и объекты, которые имеют особое природоохранное, научное, культурное, эстетическое, рекреационное и оздоровительное значение, которые изъяты решениями органов государственной власти полностью или частично из хозяйственного использования и для которых установлен режим особой охраны.

Особо охраняемые природные территории относятся к объектам общенационального достояния.

С учетом особенностей режима особо охраняемых природных территорий и статуса находящихся на них природоохранных учреждений различаются следующие категории:

а) государственные природные заповедники, в том числе биосферные;

б) национальные парки;

- в) природные парки;
- г) государственные природные заказники;
- д) памятники природы;
- е) дендрологические парки и ботанические сады;
- ж) лечебно-оздоровительные местности и курорты.

Особо охраняемые природные территории могут иметь федеральное, региональное или местное значение.

Всего в Российской Федерации на конец 2010 г. насчитывалось 11 937 особо охраняемых природных территорий федерального, регионального и местного значения, общая площадь которых составляет 207,3 млн. га, в том числе площадь морской охраняемой акватории – 10,46 млн. га, а площадь сухопутной территории с внутренними водоемами (суша) – 196,9 млн. га, или 11,5% от площади России

Система государственных заповедников как эталонов ненарушенных природных территорий является предметом заслуженной гордости России. Сеть заповедников создавалась более 90 лет. Первый общегосударственный российский заповедник – «Баргузинский» – был создан на Байкале 11 января 1917 г. (29 декабря 1916 г. по старому стилю). По состоянию на 31 декабря 2010 г. в Российской Федерации насчитывалось 102 государственных природных заповедника общей площадью 33,87 млн. га, из них площадь суши (с внутренними водоемами) – 27,4 млн. га, что составляет 1,6% территории России, морская акватория – 6,47 млн. га

Национальными парками объявляются территории, которые включают природные комплексы и объекты, имеющие особую экологическую, историческую и эстетическую ценность и предназначенные для использования в природоохранных, просветительских, научных, культурных целях и для регулируемого туризма.

Государственная система национальных парков Российской Федерации начала формироваться 25 лет назад, первые национальные парки Сочинский и "Лосиный остров" образованы в 1983 г. По состоянию на 31 декабря 2010 г. в Российской Федерации создано 42 национальных парка общей площадью 9,3 млн. га, из них площадь суши (с внутренними водоемами) – 8,5 млн. га, что составляет 0,49% территории России, морская акватория – 0,79 млн. га.

«Лосиный остров» расположен на северо–востоке Москвы и ближнего Подмосковья, начинается от парка «Сокольники» и продолжается за МКАД до Мытищ, Королева, Щелкова и Балашихи, образуя своего рода зеленый клин между Ярославским и Щелковским шоссе. км. Чуть меньше 1/3 территории парка находится в черте г. Москвы.

В соответствии с ФЗ РФ «Об охране окружающей среды» **мониторинг окружающей среды** (экологический мониторинг) – комплексная система наблюдений за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов.

Понятие мониторинга окружающей среды впервые было введено профессором Р. Манном на Стокгольмской конференции ООН по окружающей среде в 1972 г. и в настоящее время получило международное распространение и признание .

Целью мониторинга является получение полной, достоверной и своевременной информации.

Системы мониторинга могут подразделяться по разным признакам:

- пространственному охвату;
- объекту наблюдения (абиотическая компонента: атмосферный воздух, воды суши и морей, почвы, геологическая среда; биотическая компонента: растительный и животный мир, живая природа на охраняемых природных территориях, человек; физические факторы воздействия: ионизирующее излучение, электромагнитное излучение, тепловое излучение, шумы, вибрация);
- методам (прямое инструментальное измерение, дистанционная съёмка, косвенная индикация, опросы, дневниковые наблюдения);
- степени отношения эффекта и процесса, за которыми ведутся наблюдения;
- типу воздействия (геофизическое, биологическое, медико-географическое, социально-экономическое, общественное);
- целям (определение современного состояния среды, исследование явлений, оценка и градуировка моделей

окружающей среды, краткосрочный прогноз, долгосрочные выводы)

По масштабам обобщения информации выделяют:

- глобальный (биосферный) мониторинг – предусматривает слежение за общемировыми процессами и явлениями в биосфере осуществление прогноза возможных изменений;

- национальный мониторинг – осуществляется в пределах государства специально созданными органами;

- региональный мониторинг – охватывает отдельные регионы, в пределах которых имеют место процессы и явления, отличающиеся по природному характеру или по антропогенным воздействиям от общего базового фона;

- локальный мониторинг – предусматривает осуществление наблюдений в особо опасных зонах и местах, обычно непосредственно примыкающих к источникам загрязняющих веществ.

Важное значение имеет базовый (или фоновый) мониторинг, задача которого – слежение за состоянием природных систем и природными процессами, на которые практически не влияют региональные антропогенные факторы.

Основной принцип мониторинга – непрерывное слежение.

Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) является федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по мониторингу окружающей среды, ее загрязнения.

Научно-технические и технологические разработки и инновационная деятельности в области охраны окружающей среды осуществляются на государственном уровне в рамках выполнения федеральных целевых программ (ФЦП).

Например, Министерство образования и науки Российской Федерации в 2010 г рамках реализации ФЦП “Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2012 годы”.

В сфере охраны окружающей среды в рамках программы велись исследования и разработки по приоритетному направлению “Рациональное природопользование” по следующим критическим технологиям:

- технологии мониторинга и прогнозирования состояния атмосферы и гидросферы;
- технологии оценки ресурсов и прогнозирования состояния литосферы и биосферы;
- технологии переработки и утилизации техногенных образований и отходов;
- технологии снижения риска и уменьшения последствий природных и техногенных катастроф
- технологии экологически безопасной разработки месторождений и добычи полезных ископаемых

Научно-технические и технологические разработки и инновационная деятельности в области охраны окружающей среды также осуществляется негосударственными предприятиями и фондами.

Экологическое образование и просвещение населения в нашей стране закреплено законодательно:

В законе Российской Федерации «Об охране окружающей среды» (введен в действие 10.01.2002г.), статьей 71 «Всеобщность и комплексность экологического образования».

В Экологической доктрине Российской Федерации (распоряжение Правительства РФ от № 1225-р 31.08.02г.) в разделе «Экологическое образование и просвещение», в котором утверждается: «Основной задачей в этих областях является повышение экологической культуры населения, образовательного уровня и профессиональных навыков и знаний в области экологии».

Целью экологического образования и просвещения является формирование активной жизненной позиции граждан и экологической культуры в обществе, основанных на принципах устойчивого развития.

Экологическое просвещение должно начинаться на всех уровнях обучения:

- дошкольное образование;
- общее образование (школьное образование);
- профессиональное образование:
- начальное профессиональное образование НПО;
- среднее профессиональное образование СПО;
- высшее профессиональное образование ВПО;

- послевузовское образование;
- экологические курсы для рабочих и служащих на различных уровнях управления.

Кроме того, в формирование экологического мировоззрения и экологического просвещения учувствуют:

- средства массовой информации;
- музеи, библиотеки, выставки и пр.
- общественные организации и движения экологического профиля;
- государственные экологические комитеты, отделы на различных уровнях управления.

В настоящее время наблюдается огромный интерес к экологическим исследованиям и публикациям, различным экологическим рекомендациям. Получив широкое распространение среди населения, а также в средствах массовой информации термин «экология» используется уже не только учеными, он стал более универсальным и популярным.

Однако в федеральном компоненте государственного образовательного стандарта общего образования отсутствует образовательная область «Экология». В настоящее время эта дисциплина входит в региональный компонент, следовательно, такой предмет не является обязательным для всех школ. В высшей школе экологические дисциплины включены в стандарт высшего профессионального образования только технических и, частично, экономических специальностей. Большинство жителей страны не знают что такое окружающая среда, каковы ее основные компоненты, как эти компоненты связаны друг с другом, каков результат воздействия деятельности человека на каждый из этих компонентов в отдельности и на всю систему в целом. Часто они не понимают причин кризисного состояния окружающей среды, не проводят и не поддерживают необходимые мероприятия по снижению этого воздействия.

Инструменты управления качеством окружающей среды на предприятии представлены на рисунке 9.

Технология контроля «на конце трубы» – технология, разработанная в целях контроля загрязнения окружающей среды предприятиями, заключающаяся в установке соответствующего оборудования непосредственно в точке выброса загрязняющих веществ.

В настоящее время разработано и опробовано в промышленности большое количество различных методов очистки газов от технических загрязнений: оксида углерода и оксида серы, различных органических и неорганических веществ. На выбор оборудования и материалов для его изготовления влияют химические и физические свойства загрязнителей, концентрация загрязнителей в очищаемом газе и требуемый уровень очищения.

Инструменты управления качеством окружающей среды на предприятии	→	Нормирование воздействия на окружающую среду (ПДВ, НДС, НООЛР)
	→	экологический мониторинг
	→	экологический аудит
	→	малоотходные и ресурсосберегающие технологии,
	→	Технология контроля «на конце трубы»
	→	наилучшие доступные технологии (НДТ)
	→	система экологического менеджмента (стандарты серии ГОСТ Р ИСО 14001)

Рисунок 9 - Инструменты управления качеством окружающей среды на предприятии

Циклоны (аппараты, в которых очистка происходит под действием центробежных сил) обычно используются в тех случаях, когда пыль крупнодисперсная, её концентрация превышает 2 г/м^3 и не требуется высокой эффективности улавливания.

Скрубберы (аппараты мокрой очистки) целесообразно использовать, если мелкие частицы должны улавливаться с относительно высокой эффективностью, желательно охлаждение газа, а повышение его влажности не служит препятствием, если газы представляют опасность в пожарном отношении и необходимо улавливать как твёрдые, так и газообразные вещества.

Тканевые фильтры (рукавные) используются в тех случаях, когда необходима очень высокая эффективность улавливания, пыль представляет собой ценный продукт, который необходимо собрать в сухом виде.

Электрофильтры применяют, если для улавливания мелких частиц необходима высокая эффективность, обработке подлежат

большие объёмы газа и необходимо утилизировать ценные продукты.

В России понятие **наилучшие доступные технологии** (НДТ) привлекает внимание практиков в течение последних 10-15 лет. За это время выполнен ряд международных проектов, подготовлены рекомендации для Министерства природных ресурсов и экологии относительно совершенствования законодательства в сфере охраны окружающей среды, выполнен сравнительный анализ ресурсо- и энергоэффективности отечественных предприятий.

В соответствии с Директивой Европейского Союза (ЕС) 2008/1/ЕС «О предотвращении и контроле загрязнения», НДТ представляют собой наиболее эффективные новейшие разработки для различных видов деятельности, процессов и способов функционирования, которые свидетельствуют о практической целесообразности использования конкретных технологий (методов, решений) в качестве базы для установления разрешений на выбросы/сбросы (загрязняющих веществ) в окружающую среду с целью предотвращения загрязнения, или, когда предотвращение практически невозможно, минимизации выбросов/сбросов в окружающую среду в целом. На рисунке 10 раскрыты понятия НДТ.

В ЕС для организации сбора необходимых сведений и обмена информацией на базе Института перспективных технологических исследований в Севилье было создано Европейское бюро по комплексному предотвращению и контролю загрязнения. Основным результатом работы Европейского бюро являются Справочные (или ссылочные) документы по наилучшим доступным технологиям (Reference Documents on Best Available Techniques). Именно к этим документам обращаются компетентные органы, рассматривая вопросы выдачи комплексных природоохранных разрешений предприятиям стран-членов ЕС.

В России также ведется работа по составлению справочников и стандартов по наилучшим доступным технологиям. Например, в 2009-2010 гг. Всероссийским научно-исследовательским центром стандартизации, информации и сертификации сырья, материалов и веществ совместно с АНО «Московский экологический регистр» и АНО «Эколайн» были разработаны стандарты по наилучшим доступным технологиям, непосредственно относящиеся к производству строительных материалов.

Наилучшие доступные технологии
<p>Наилучшие</p> <ul style="list-style-type: none"> - достигающие высокого уровня защиты окружающей среды в целом наиболее действенным способом
<p>Доступные</p> <ul style="list-style-type: none"> - разработанные и готовые к внедрению - экономически эффективные, технически осуществимые - применимые для конкретного предприятия
<p>Технологии</p> <ul style="list-style-type: none"> - технология - техника защиты окружающей среды - способы проектирования и создания - системы управления - обслуживание, эксплуатация - вывод из эксплуатации

Рисунок 10 - Понятие наилучшей доступной технологии

Экологический менеджмент - это управление природоохранной и природопользовательной деятельностью предприятия с целью постоянного снижения негативного воздействия на окружающую среду.

Стандарты серии ISO 14001 - признанная в мире основа для построения системы экологического менеджмента (СЭМ). Внедрение этого стандарта помогает организациям одновременно наилучшим образом управлять их воздействием на окружающую среду и демонстрировать рациональное природопользование.

Стандарты серии ISO 14001 приняты в качестве национальных стандартов более чем в половине стран из 160-ти национальных членов ISO и его использование поощряется правительствами во всем мире.

В России международным стандартам серии ISO 14000 соответствует следующие национальные стандарты:

- ГОСТ Р ИСО 14001-2007 «Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению»;
- ГОСТ Р ИСО 14004-2007 «Системы экологического менеджмента. Руководящие указания по принципам, системам и методам обеспечения функционирования».

В основе модели системы экологического менеджмента лежит принцип PDCA, направленный на постоянное улучшение (рисунок 11).

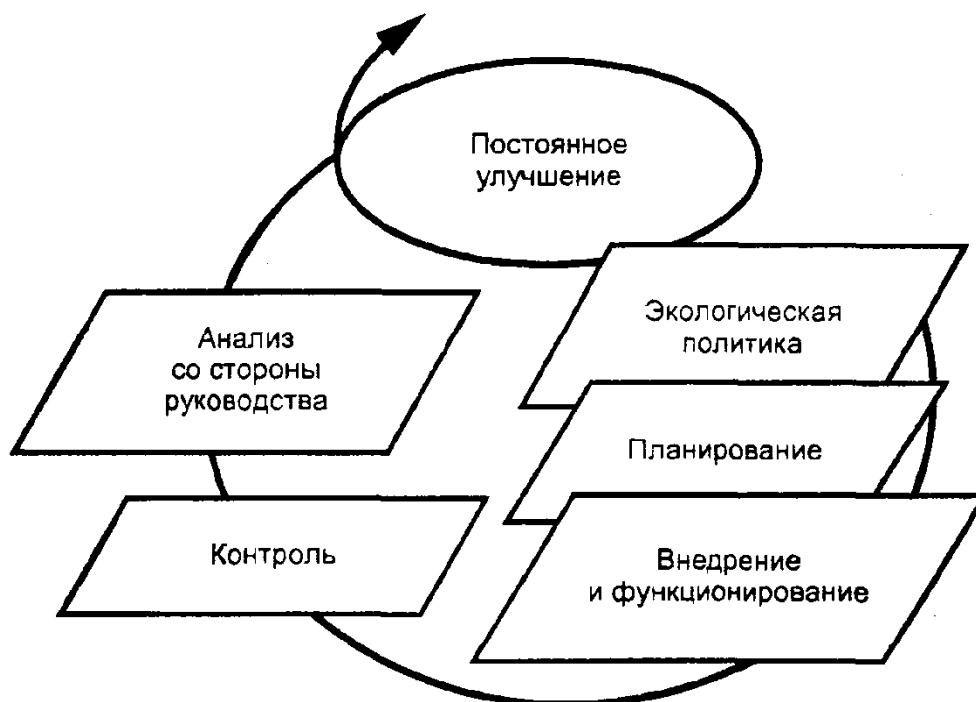


Рисунок 11 - Модель системы экологического менеджмента

Экологический менеджмент включает следующие последовательные этапы:

- планирование (принятие экологической политики, постановка целей и задач, разработка программы их выполнения);
- выполнение запланированных мероприятий и прочих операций в соответствии с принятой политикой;
- проверка эффективности выполняемых мероприятий и операций;
- анализ и оценка результатов, являющиеся основой для следующего планирования и последовательного улучшения системы

Разработка и внедрение систем экологического менеджмента является добровольной для государственных и частных компаний.

Выгоды от экологически ориентированного менеджмента заключается:

- повышение конкурентоспособности, в том числе на зарубежном рынке

- экономия издержек в результате непрерывного совершенствования производственной охраны окружающей среды;
- бережное использование ресурсов в процессе производства (например, воды, электроэнергии);
- осуществление необходимых мероприятий по охране окружающей среды еще на подготовительном этапе;
- налоговые льготы при процедуре получения разрешения;
- высокие правовые гарантии и документальное подтверждение соблюдения законодательных актов;
- создание атмосферы доверия по отношению к клиентам, органам власти, страховым обществам и общественности;
- выполнение требований клиентов относительно сознательного отношения к окружающей среде (условие для допуска поставщиков);
- приобретение имиджа предприятия, бережно относящегося к окружающей среде;
- снижение экологических рисков.

Основные цели и соответствующие критерии оценки их достижения в экологическом менеджменте связаны с процессами постоянного улучшения. Последовательное из года в год улучшение должно достигаться во всех экологически значимых аспектах деятельности предприятий, где это практически достижимо. Инструменты системы экологического менеджмента направлены на поиск слабых сторон организации производства и путей по их устранению, выявление рисков и разработке программ по их снижению, выявление резервов для развития.

К концу декабря 2008 года было выдано 188 815 сертификатов ISO 14001:2004 в 155 странах. На конец 2009 г. по данным The ISO Survey of Certifications сертификацию по стандарту ISO 14001 в мире прошли 223 149 систем экологического менеджмента в 159 странах. Первое десятилетие 21 века ISO/TC 207 (технический комитет, занимающийся разработкой стандартов серии ISO 14000) определил периодом активного внедрения СЭМ.

8. ИННОВАЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЮ ФАЛЬСИФИЦИРОВАННОЙ И КОНТРАФАКТНОЙ ПРОДУКЦИИ

Постоянный рост численности населения на нашей планете увеличивает масштабность и интенсивность использования ее сырьевых ресурсов. Все возрастающая проблема дефицита этих ресурсов, стимулирует выпуск фальсифицированной продукции.

По данным правового управления Аппарата Госдумы России среди предлагаемых потребителю товаров, более 50 % составляют фальсификат и контрафакт [1].

Постоянный рост дефицита сырьевых ресурсов, необходимых для производства товаров, является определяющим фактором увеличения на рынке объемов недоброкачественной продукции, которому также способствуют:

- высокая прибыльность и рентабельность ее реализации;
- безнаказанность фальсификаторов;
- неэффективность нормативно-правовой базы;
- стремление закупать товары только с учетом критерия низкой цены;
- невысокий уровень потребительской культуры;
- недостаточность информации для потребителей;
- ослабление внимания к качеству и характеристикам товара;
- наличие сегмента потребителей с низкими доходами;
- сложность выбора потребителем нефальсифицированного товара;
- отсутствие действенных подходов в противодействии фальсификату;
- отсутствие методологических основ классификации продукции;
- отсутствие соответствующего координирующего центра;
- низкая эффективность систем добровольной сертификации;
- коррупция в органах государственного управления и контроля.

Необходимость создания действенных механизмов противодействия продвижению на рынок контрафакта и фальсификата очевидна.

Термины «контрафакт» и «фальсификат» часто ошибочно используются как синонимы. Подобная неграмотность имеет место не только в обыденной жизни, но и в специальной литературе, однако существуют веские причины для четкого разделения этих понятий для грамотного противодействия им в последующем:

а) Контрафактной является - продукция, на которой незаконно используется товарный знак или сходное с ним до степени смешения обозначение товарного знака легального раскрученного производителя (рисунок 1).

<p style="text-align: center;"><i>Подражатель</i></p> <p>Дублируется продукт лидера продаж и упаковка, при этом сам товар может быть весьма низкого качества</p>	<p style="text-align: center;"><i>Приспособленец</i></p> <p>Качество подделываемого товара изменяется, а порой и превосходит оригинал («зонтичные» бренды)</p>
<p style="text-align: center;"><i>Обманщик</i></p> <p>Использование названия известной торговой марки, под которой изготавливается нехарактерная для нее продукция</p>	<p style="text-align: center;"><i>Контекстная подделка</i></p> <p>В ее основе лежит продолжение успешно работающей и рекламируемой чужой товарной линии</p>
<p style="text-align: center;"><i>Сходство до степени смешения</i></p> <p>Частичная схожесть названия либо вида товара, достаточная для введения потребителя в заблуждение</p>	<p style="text-align: center;"><i>Сходство дизайна</i></p> <p>Зрительное восприятие товара по цвету и форме идентичны оригиналу, При этом мелкие детали могут отличаться</p>
<p style="text-align: center;"><i>Двойник</i></p> <p>Копируется сам продукт со всеми специфическими деталями: ткань, аксессуары, упаковка; при этом полностью сохраняется название оригинала</p>	<p style="text-align: center;"><i>Имитатор</i></p> <p>Оригинал изделия копируется частично, присутствуют некоторые различия в упаковке, названия, цены. Сходство с оригиналом может достигать до смешения, когда частичного копирования имени или дизайна</p>
<p><i>Тождество</i></p> <p>Фотографическое сходство с оригиналом</p>	

Рисунок 1 - Виды контрафактной продукции реализуемой на потребительском рынке

б) Фальсифицированными являются товары (продукция), полученные в результате действий, направленных на обман покупателя путем подделки объекта купли-продажи с корыстной целью (рисунок 2).

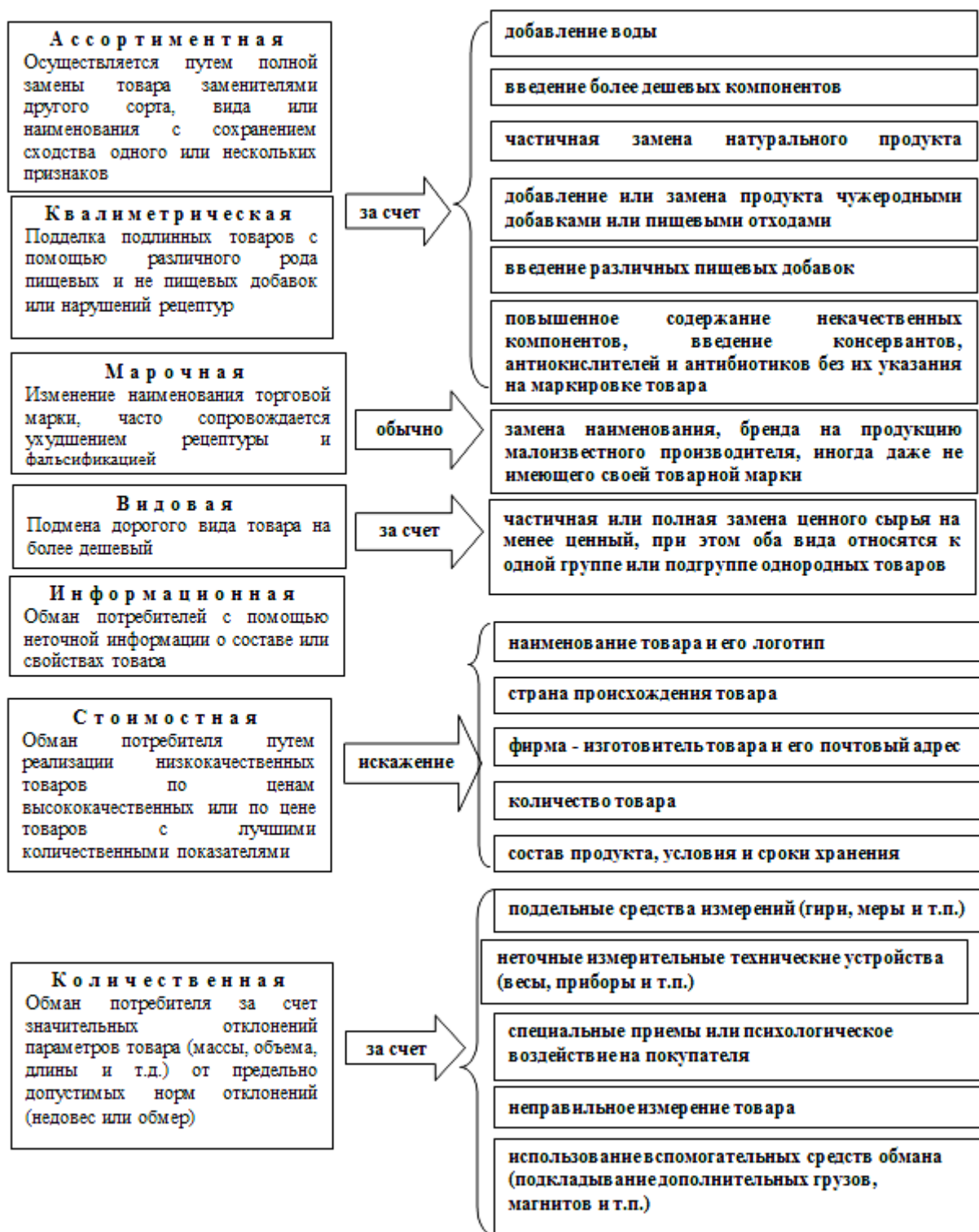


Рисунок 2 - Основные виды фальсификации продукции

Производитель допускает возможность реализации фальсифицированной продукции, но не приемлет контрафактных аналогов.

Потребитель делает все возможное для не приобретения фальсифицированной продукции, но не гнушается контрафактной. Большая часть контрафактной продукции является

фальсифицированной, здесь интересы производителя и потребителя частично совпадают и должны быть использованы при внедрении внедрение информационно-технологических процессов сопровождения продукции производителем до потребителя.

Значительные затраты легальных производителей, связанные с инновационным развитием предприятия: его технологического перевооружения, внедрения систем контроля, проведения рекламных акций, регистрацией новых производств и продукции, созданием новых вспомогательных систем, полной оплатой налогов и т. д., формируют экономическую среду для процветания «теневиков».

Предназначенный для решения таких вопросов Федеральный закон «О техническом регулировании», ориентированный на оптимизацию процессов взаимодействия государства, бизнеса и потребителя не решает в должной мере существующую проблему.

В настоящее время вопросы качества продукции отданы на саморегулирование производителям и потребителям. Однако производители, заинтересованные в получении прибыли, для обеспечения конкурентоспособности своей продукции не всегда отдают приоритетность ее качеству. Потребитель не в состоянии самостоятельно определять качество продукции.

Обязательная сертификация явно не справляется с возложенными на нее задачами. По данным Госстандарта, ежегодно имеет место порядка 2 % - 4 % отказов в сертификации, при этом более чем 30 % этой продукции бракуется в торговле, не считая всех претензий покупателей [2].

Наличие сертификата не гарантирует безопасности и качества товара, а системы добровольной сертификации не востребованы потребителем.

Производитель будет развивать добровольную сертификацию, если потребитель начнет использовать ее результаты, потребитель же будет руководствоваться этими данными при их доступности и гарантированной достоверности, что решается при внедрении процессов сопровождения.

Производители, первыми наладившие диалог с потребителем, получают преимущество в расширении своего присутствия на рынке.

Внедрение инновационных процессов эффективного противодействия реализации населению недоброкачественных

товаров становится одной из важнейших задач государства, бизнеса и общества в целом.

Предпринимательский успех предприятия, его экономическое благополучие и последующие перспективы развития зависят от покупателя, которому трудно угодить. Необходимо учитывать вкус, привычки и желания потребителя для формирования его приверженности к товарам предприятия.

Для бизнеса увеличение роста постоянных клиентов, приобретающих продукцию предприятия на основе сформированного доверия к ней, является стратегической задачей. Действительно, 20 % постоянных клиентов компании приносят ей, как правило, до 80 % прибыли (принцип Парето).

Задача поиска клиента и последующего его удержания принимает для предприятия необходимость выбора решений с все более индивидуальными факторами достижения результатов. Покупателю необходимо предлагать то, что он готов покупать и даже дополнительно платить за новую услугу.

Самое ценное для человека - здоровье, которое более чем на 80 % определяется структурой его питания, а также качеством лекарств, косметики, одежды, бытовой химии, безопасностью автомобилей и их запчастей и т.д. Однако по данным социологического опроса, ежегодно проводимого Союзом потребителей Российской Федерации, более 81 % потребителей свыше трех раз в год приобретают некачественные, а то и опасные товары.

Сегодня потребитель у прилавка пытается угадать где легальный, качественный, а где фальсифицированный товар, при их соотношении 50 на 50. Простые системы защиты (маркировка, голограммы и т.д.) не всегда эффективны, а чаще используются недобросовестными производителями для введения потребителя в заблуждение. Со стороны потребителя существует высокая потребность в достоверной информации о приобретаемом товаре в реальном масштабе времени. Решить указанную задачу возможно через внедрение процессов сопровождения продукции.

Процесс сопровождения продукции до потребителя определяется как деятельность предприятия, направленная на обеспечение взаимовыгодных двухсторонних экономических и социальных отношений с потребителем, на основе внедрения электронных технологий по предоставлению потребителю в

реальном масштабе времени достоверных данных о покупаемых товарах в целях предотвращения приобретения им фальсификата и/или контрафакта.

Внедрение этого новшества позволит реализовать следующие эффекты: для предприятия и бюджета - экономический, а для потребителя – социальный.

Именно через внедрение процесса сопровождения продукции предприятию можно реально увеличить число покупателей, удовлетворяя их естественное желание не быть обманутыми при покупке и приобрести необходимый качественный товар, сохраняя при этом здоровье, время, деньги и настроение.

Рассматриваемый процесс сопровождения можно отнести к инновации, принципиально меняющей существующее информационное обеспечение населения о приобретаемой им продукции, который позволяет:

- обеспечить увеличение оборота продукции предприятия через повышение доверия к ней покупателя;
- сократить выделение денежных средств на типовую рекламу, сделав акцент на знак соответствия внедряемого процесса;
- сократить заболеваемость населения, в том числе и сотрудников предприятия (больничные листы, оплата за лечение и т. д.) от употребления некачественных продуктов и использования фальсифицированных товаров;
- сократить число претензий (штрафных санкций) потребителей, надзорных органов и т.д.

Для определения экономической целесообразности внедрения процесса сопровождения предприятием по одному из указанных выше показателей, с минимальным весом (долей) влияния выбранного показателя на конечный результат, выполнены расчеты на основе математической модели влияния внедренного процесса на сокращение/исключение применения к предприятию различных штрафных санкций.

В расчетах использованы следующие показатели:

- один производитель и одно наименование его продукции;
- стоимость покупки (продукции) – 100 рублей;
- посещаемость среднестатистического магазина (сеть из 189 супермаркетов «Пятерочка») 3,5 млн. чел./мес.;

- выбор продукции в фиксированной линейке (вид, ассортимент) данного производителя покупателем 1:100;
- стоимость внедрения процесса сопровождения на предприятии различна для различных предприятий и по расчетным показателям может составлять от 1 млн. руб., до 10 млн. руб. С расширением линейки реализуемых товаров стоимость модернизации процесса сопровождения практически не меняется;
- объемы (вероятность) наличия на потребительском рынке фальсифицированной и контрафактной продукции и вероятности ее обнаружения покупателями определена на основе анализа статистических данных по отчетам различных проверок и жалоб покупателей;
- суммы штрафных санкций, используемые в расчетах, и частота их применения взята из статистических отчетов контрольно-надзорных органов РФ.

Для решения задачи формализованы:

- процесс формирования качественного состава продукции;
- процесс выявления некачественной продукции;
- реакции на выявление некачественной продукции (штрафы, риск, изъятие продукции из оборота и т.д.).

Обозначим через N - объем выпускаемой продукции и M - объем «некачественной продукции». Если объем выпускаемой продукции велик, то можно считать, что доля «некачественной продукции» совпадает с вероятностью $\alpha_0 = \frac{M}{N}$, очевидно вероятность $\gamma_0 = 1 - \alpha_0 = \frac{N - M}{N}$ есть вероятность того, что наугад выбранный элемент продукции качественный.

Обозначим объем контрафактной и объем «некачественной продукции» среди подделок через n , m соответственно. Тогда доля «некачественной продукции» равна

$$\frac{M + m}{N + n} = \frac{M}{N + n} + \frac{m}{N + n} = \alpha + \beta,$$

а доля «качественной продукции» равна

$$\frac{N - M + n - m}{N + n} = \frac{N - M}{N + n} + \frac{n - m}{N + n} = \gamma + \delta.$$

Для введенных выше вероятностей справедливы соотношения

$$\alpha \geq 0, \beta \geq 0, \gamma \geq 0, \delta \geq 0, \alpha + \beta + \gamma + \delta = 1. \quad (1)$$

При расчетах учтена также неоднородность множества потребителей:

1. **Обычный** - приобретение на основе стоимости;
2. **Внимательный** - отбор продукции по внешнему виду;
3. **Подготовленный** - отбор продукции на основании знания торговли;
4. **Эксперт** - контроль оборота через лабораторную экспертизу.

Условные вероятности выявления несоответствий также зависят и от того, внедрен или не внедрен процесс сопровождения продукции. Первый индекс указывает номер категории потребителя, $k = 1, 2, 3, 4$, второй индекс $l = 1, 2$, указывает условие внедрения процесса сопровождения продукции (при $l = 1$ - процесс сопровождения не внедрен, при $l = 2$ - внедрен).

Анализ показывает, что для введенных вероятностей справедливо:

$$0 = p_{1l} < p_{2l} \leq p_{3l} \leq p_{4l} \leq 1. \quad (2)$$

Процесс приобретения продукции носит случайный дискретный характер и развивается во времени. Поэтому при построении математической модели использованы дискретные модели, которые являются характерным элементом модели массового обслуживания.

В рассмотренной модели определено, что потребители k -ой категории

($k = 1, 2, 3, 4$) приходят за продукцией в случайные моменты времени и этот случайный процесс является процессом Пуассона.

В рамках процесса Пуассона для потребителей k -ой категории выполнены соответствующие расчеты и получено следующее неравенство, сопоставления развития процесса возможного получения дополнительной доходной части предприятия при внедрении системы сопровождения продукции относительно процесса производства без таковой системы:

$$c(\gamma_2 + \alpha_2)\lambda_1 + \sum_{k=2}^4 (c(\gamma_2 + \alpha_2(1 - p_{k2}))\lambda_k - \alpha_2 s_k p_{k2} \lambda_k) \leq \\ \leq c(\gamma_1 + \alpha_1)\lambda_1 + \sum_{k=2}^4 (c(\gamma_1 + \alpha_1(1 - p_{k1}))\lambda_k - (\alpha_1 + \beta_1)p_{k1} \lambda_k s_k) \quad (3)$$

Если неравенство справедливо, то исследуемые расчетные прямые не пересекаются и внедрение процесса сопровождения нецелесообразно.

Если справедливо противоположное неравенство, то исследуемые прямые пересекаются и внедрение процесса в принципе целесообразно [3].

$T X(4)$ – показывает реализацию продукции предприятия до внедрения им процесса сопровождения.

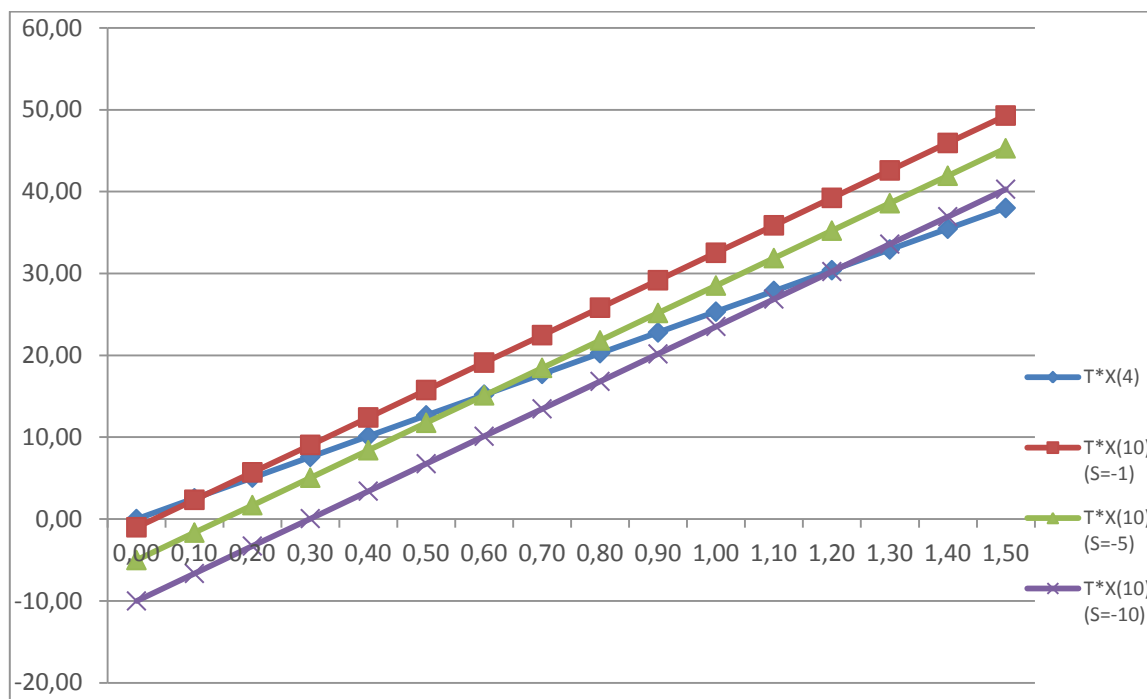


Рисунок 3 - Рост доходной части предприятия от времени реализации продукции

Из графика, полученного расчетным путем, видно, что внедрение разностоимостных процессов сопровождения продукции: $S1$, $S5$ и $S10$, где индекс процесса отражает стоимость его внедрения предприятием в миллионах рублей, увеличивает интенсивность (угол наклона графика) получения доходной части предприятием от реализации своей легальной продукции при сокращении/ исключении применения к нему различных штрафных санкций, в том числе и по контрафактным аналогам продукции предприятия.

Увеличение доходной части предприятия, кроме отраженных на графике (сокращения штрафных санкций), будет дополнительно получено в результате:

- вытеснения с потребительского рынка контрафактных и фальсифицированных аналогов продукции предприятия (потеря спроса на них при не подтверждении легальности);
- увеличения доверия к продукции предприятия со стороны покупателя;
- экономии финансовых средств на рекламу и т.д.

Фактические показатели роста доходности и сроков окупаемости внедрения процесса на конкретном предприятии определяются исходя:

- из объемов инвестиций в развитие технологии производства и уровней систем СМК предприятия;
- объемов реализации продукции на расчетный момент и ее розничной стоимости;
- данных мониторинга об объемах подделок товарного знака и бренда предприятия для исключения новых фактов подделок;
- количества аналогов однотипной продукции на потребительском рынке и их стоимостных показателей;
- результатов проверок надзорными органами в данном сегменте рынка.

Адресные расчеты, проводимые применительно к конкретным предприятиям, также дают положительные результаты, например процесс сопровождения древесины (АИС «ЛУЧ-Регион КК») в Краснодарском крае на базе ГУ КК «Апшеронский центр контроля» показал свою окупаемость после внедрения за 2,2 года и т.д. [4]

Внедрение системы сопровождения продукции с использованием в ее реализации административного ресурса показывает однозначную ее эффективность. Так в ходе реализации системы Госалкогольинспекцией Республики Татарстан [5], на основе стикерования продукции после проверки ее качества и последующего использования дополнительной информации (стикеры) потребителями с мобильных телефонов, теневой оборот алкогольной продукции только за один год сократился с 40% до 12 %, что привело к увеличению поступления акцизных платежей в региональный бюджет.

Среди предприятий наглядным является пример внедрения элементов такой системы ООО «Авента-Инфо». Теневой оборот

агрегатов и узлов (запасные части) продукции ВАЗ, сопровождаемой по варианту системы ООО «Авента-Инфо», основанной на скрытой нумерации продукции с последующим использованием мобильных телефонов потребителями, в течение двух лет был сокращен на 24 %, что привело к увеличению объемов реализации оригинальных запасных агрегатов и запасных частей основного поставщика продукции.

Одним из элементов, сдерживающим активное внедрение систем сопровождения продукции значительным количеством предприятий, является отсутствие к настоящему времени соответствующих методик расчета увеличения доходной части предприятия от внедрения таких систем. Без математической модели, позволяющей оценить целесообразность и эффективность системы сопровождения продукции для конкретного предприятия, внедрение таких систем определенное время будет сдерживаться. Для разработки математических моделей необходимы статистические данные о внедрении различных технических решений систем сопровождения для широкого спектра разнопрофильных предприятий.

ГЛАВА 9. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИИ

Системный подход к управлению безопасностью — необходим для постоянного процесса производственного совершенствования и устойчивого развития предприятий. Эффективность программы безопасности распространяется далеко за рамки одной только безопасности. Такая программа, при условии правильного выполнения, приносит организации пользу во всех аспектах ее деятельности.

Внимание на условия труда и то, как они влияли на человеческий организм, обращалось еще в работах Гиппократ и Аристотеля.

Ученые все чаще отмечали необходимость создания соответствующих условий для работы людей, поскольку с развитием промышленности и техники росло количество случаев профессиональных заболеваний и травматизма.

Великобритания в 1972 году одной из первых выступила за переход на единую нормативную базу охраны труда для всех отраслей, что привело к принятию первого закона об охране труда в 1974 году. С тех пор международные организации и государственные органы продолжают работу по разработке новых стандартов. Руководство по управлению охраной труда, которое содержало основные стандарты охраны труда, было издано в 2001 году.

Управленческая система менеджмента качества (СМК), разработанная в соответствии со стандартом ISO 9000 - основана на структурированном наборе элементов, которые осуществляют деятельность предприятия по достижению качества.

Безопасность является одним из главных приоритетов, как в жизни отдельного человека, так и в экономической сфере, независимо от отрасли и вида выпускаемой продукции. Понятие безопасность включает безопасность труда на производстве, безопасность пищевой или медицинской продукции, а также безопасность информационную.

Система управления охраной труда имеет определенные границы, состоит из основных элементов, обладающих иерархичностью построения, их связями и взаимодействием. Система формирует политику в области охраны труда,

организационную структуру и мероприятия, определяет ответственность, необходимые процедуры и ресурсы для обеспечения должного уровня охраны труда, а также анализа результативности работы службы.

Системный подход в управлении охраной труда позволяет направлять усилия на наиболее важные процессы и непрерывное совершенствование безопасности на основе аудита.

Принцип управления охраной труда представляет собой цикл, содержащий перечень логически связанных последовательно выполняемых функций управления, таких как: планирование, реализация и контроль плановых мероприятий, принятие решения и совершенствование системы управления.

Для обеспечения безопасности хозяйственной деятельности разработан ряд нормативных документов, в том числе общих и внутриотраслевых стандартов. Выполнение требований этих документов обеспечит управление рисками в области безопасности при одновременном совершенствовании производства. С увеличением масштабов производства и сложности технологических процессов увеличивается и масштаб последствий от аварий, а также опасность для здоровья и жизни работников этих производств.

В последнее время, в стране созданы условия для перехода от разрозненных программ управления безопасностью труда к современным системам управления в соответствии с требованиями международных и российских стандартов серии:

- ГОСТ ИСО 9000;
- OHSAS 18001;
- ГОСТ 12.0.230-2007;
- ГОСТ Р 12.0.007-2009.

9.1. Цель создания системы управления охраной труда

Формирование системы управления охраной труда включает: формулирование цели или плана создания системы и непрерывное ее совершенствование.

Целью создания системы является:

- необходимость соблюдения законодательства;
- значительное снижение травматизма и заболеваний на производстве;

- процедура сертификации системы управления охраной труда;
- повышение эффективности работ.

Определение цели и ожидаемого результата, требует выработать подходы для их реализации. Выбор подхода по реализации системы управления охраной труда на предприятии базируется на наборе информации. При выборе подхода следует учитывать уже существующие системные подходы или иные решения связанные с управлением охраной труда в организации. Допускается основной системный подход дополнять рекомендациями или требованиями других подходов. В качестве таких подходов и решений могут быть использованы подходы, уже применяемые в системах управления охраной труда в организациях аналогичных видов деятельности.

Так, выбирая за основу подхода ГОСТ 12.0.230-2007, в последующем его дополняют положениями других, например, корпоративных нормативных документов. Дополнения, вносимые в основу подхода не должны снижать его уровня, а тексты с изложением предлагаемой системы к реализации должны быть совмещены. Такой порядок подготовки документа позволяет исключить множество ссылок и облегчит его использование.

В процессе разработки системы управления охраной труда должно учитываться:

- использование в организации программ безопасности и анализа риска;
- управление охраной труда обеспечивающее доступность работников организации к информации о существующих опасностях и рисках;
- повышение качества контроля безопасности труда.

Подход к разработке системы управления охраной труда зависит от следующих факторов: необходимости совершенствования существующей системы охраны труда обусловленные новыми требованиями законодательства; специфики деятельности организации; наличия необходимых ресурсов; поддержки руководства организации.

На первом этапе следует рассмотреть организационные вопросы и выполнить оценку решаемых задач и в том числе оценить:

- особенности организационной и территориальной структуры предприятия, которые могут оказать влияние на безопасность труда;
- взаимодействие с профсоюзами;
- затраты труда и финансовых средств необходимых для реализации поставленных задач;
- планируемые сроки реализации;
- комплекс мероприятий, обеспечивающий планируемый эффект от реализации системы;
- необходимость и возможность проведения сертификации системы управления охраной труда на предприятии.

Персоналу организации необходимо ознакомиться и согласовать разработанную систему управления охраной труда.

Обеспечивать нормальные условия труда работников, основанные на обеспечении безопасности, заставляет работодателей необходимость осуществлять выпуск конкурентоспособной продукции.

9.2. Предварительный анализ состояния охраны труда на предприятии

Разработка или совершенствование системы управления охраной труда на предприятии должна начинаться с анализа законодательства и действующих нормативных правил. Работодатель на основе результатов этого анализа оценивает свои возможности в вопросах безопасности.

Результаты анализа состояния безопасности в организации должны быть документально оформлены и согласованы с руководителем предприятия и профсоюзной организацией.

Для разработки системы управления охраной труда приказом по предприятию назначают руководителя и создают рабочую группу. В рабочую группу следует привлекать работников из различных подразделений и представителей профсоюзных организаций. Члены рабочей группы должны пройти обучение в области управления охраной труда.

В обязанности рабочей группы входит:

- разработка подробного плана действий и документов для регистрации выполнения запланированных мероприятий с указанием ответственных лиц;
- определение методов оценки результатов проведенных мероприятий;
- рабочая группа должна составить список необходимых документов и записей;
- обсуждение состояния охраны труда в организации на встрече руководства предприятия с работниками и представителями профсоюзной организации.

Рабочая группа по созданию системы управления охраной труда на предприятии проводит предварительный анализ деятельности по безопасности.

В процессе предварительного анализа рабочая группа:

- рассматривает законы, стандарты и программы по охране труда используемые в деятельности организации;
- изучает возможные опасные и вредные факторы, а так же проводит оценку рисков, обусловленных существующей производственной средой и организацией труда;
- разрабатывает мероприятия по управлению безопасностью труда;
- разрабатывает совместимость системы управления охраной труда с другими системами управления на предприятии.

Основой анализа состояния безопасности труда являются аттестация рабочих мест, идентификация опасностей и оценка рисков. В первую очередь анализ состояния охраны труда проводится на опасных производственных объектах.

Концепция охраны труда на предприятии

Для разработки концепции системы охраны труда на предприятии используют результаты предварительного анализа.

Концепция охраны труда на предприятии это документ, в котором содержатся основные направления деятельности руководства по обеспечению охраны труда. Концепцию разрешено не оформлять в виде отдельного документа, а включать в коллективный договор предприятия в виде самостоятельного раздела «Охрана труда». На первом этапе разработке подлежит

проект концепции. Проект концепции требует краткости, четкого изложения, учитывать специфику организации, характер деятельности и масштабы рисков.

Проект концепции охраны труда должен базироваться на следующих принципах:

- полное соответствие концепции государственной политики в области охраны труда;
- предупреждение несчастных случаев и профессиональных заболеваний на производстве для обеспечения охраны здоровья работников;
- руководство обязано выполнять коллективный договор по охране труда;
- привлечение работников к реализации положений системы управления охраной труда;
- необходимость поощрения работников за активное участие в обеспечении охраны труда.

Проект концепции охраны труда на предприятии должен быть обсужден коллективом предприятия.

Разработанная и утверждённая работодателем концепция подлежит анализу с целью возможной корректировки и обеспечения ее соответствия изменяющимся условиям охраны труда. Необходимо, чтобы концепция охраны труда на предприятии находилась в доступных местах.

Цели и организация работ по обеспечению охраны труда

Цели в области охраны труда для предприятия и его подразделений специфичны, поэтому они должны быть измеримы. При этом намеченные цели должны быть приемлемы для предприятия, соответствовать его размеру и виду деятельности. Кроме того, намеченные цели должны:

- соответствовать требованиям законодательства и иных нормативных правовых актов на предприятии;
- направляться на постоянное улучшение защитных мероприятий;
- обеспечиваться необходимыми ресурсами;
- документально оформляться на определенный период времени;
- периодически проходить проверку а, в случае необходимости,

- корректироваться.

Эффективная работа организации требует определить цели по обеспечению охраны труда, описать структуру организации, определить обязанности для каждого подразделения и конкретного исполнителя.

Организация работ по охране труда должна предусматривать:

- обязанности и ответственность необходимо распределить между руководством высшего звена и специалистами предприятия;
- необходимость участия сотрудников в управлении охраной труда;
- обеспечение обучения и подготовки сотрудников;
- правильное формирование службы охраны труда;
- разработку документации системы управления охраной труда;
- процесс сбора, анализа и передачи информации по охране труда.

Работа по организации службы охраны труда позволяет:

- разрабатывать цели организации;
- осуществлять планирование работ;
- выделение ресурсов для организации работы и осуществление подготовки кадров;
- регулярно контролировать условия труда;
- разрабатывать и реализовывать мероприятия по устранению выявленных нарушений требований безопасных условий труда;
- повышать мотивацию сотрудников и улучшать их знания в вопросах безопасности труда.

9.3. Разработка и реализация системы управления охраной труда

Разработка системы управления охраной труда состоит из следующих этапов:

- разработка требований охраны труда к конкретной организации;
- разработка концепции и целей системы области охраны труда;

- определение ответственности конкретных лиц, для достижения целей безопасности труда;
- определение ресурсов необходимых для достижения целей охраны труда;

Цель планирования - разработка комплекса мероприятий, нацеленных на обеспечение безопасности различных уровней системы управления. Условия труда должны соответствовать требованиям законодательства. Деятельности по охране труда должна непрерывно совершенствоваться.

Планирование включает процессы и виды деятельности, связанные с выявленными опасностями и рисками.

Планирование обеспечивает применение методов определения опасностей и оценки рисков, связанных с сырьем, работой оборудования, услугами, получаемыми и используемыми предприятиями.

В соответствии с изменением законодательства и государственных требований разрабатывают меры по постоянной корректировке документов системы управления охраной труда.

Планирование мероприятий начинают после рассмотрения информации о результатах аттестации рабочих мест по условиям труда и оформляют в виде приказов, планов-графиков и программ. Информацию доводят до определенных подразделений, которые разрабатывают необходимые меры и представляют на утверждение руководству организации. Все планируемые мероприятия должны быть обеспечены соответствующими ресурсами, их своевременное исполнение требует постоянного контроля.

Разработка мероприятий предусматривает:

- снижение и ограничение рисков травматизма и профессиональных заболеваний или полное их исключение;
- устранение причин потенциальных несоответствий и предотвращения их появления;

Профилактические мероприятия необходимо направлять на совершенствование управления, улучшение материальной базы, обучение персонала принципам обеспечения охраны труда.

Только проведение полного комплекса мероприятий обеспечивает достаточный уровень охраны труда. Однако иногда возможно эффективное применение отдельных мероприятий, таких как улучшение материальной базы обучения персонала.

Проведение следующих этапов работ происходит при разработке планов принятия решений:

- сбор достоверной информации и диагностика проблем;
- определение и выбор вариантов, ограничивающих возможные реальные решения в охране труда.

Качественное планирование охраны труда, основанное на результатах анализов, должно обеспечивать непрерывность работы системы охраны труда и включать в себя:

- расстановку приоритетности и формулировку целей организации по охране труда;
- разработку плана с обязательным определением обязанностей и ответственности исполнителей.
- в плане необходимо указать сроки выполнения мероприятий; определить критерии оценки результативности работы;
- выделение необходимой технической поддержки, включая ресурсы.

Планирование развития охраны труда в организации должно включать в себя разработку и функционирование всех элементов системы управления охраной труда.

Реализация системы управления охраной труда

При управлении производственным процессом осуществляют реализацию функций управления охраной труда. Только при выполнении всех функций управления может быть реализовано обеспечение охраны труда.

Необходимо определять исполнителей всех мероприятий по обеспечению охраны труда и разработать необходимые регулирующие документы или процедуры для их выполнения.

К основным элементам системы управления охраной труда относят следующие обязанности руководства организации:

- определять концепцию и цели в области охраны труда;
- создавать и внедрять систему управления охраной труда;
- руководить системой управления охраной труда;

- разработать, документы и внести изменения в систему управления охраной труда при необходимости;
- провести анализ государственных требований и правил по охране и безопасности труда. Оценить правильность выполнения государственных требований и правил по охране труда;
- осуществить выбор квалифицированных поставщиков и обеспечить входной контроль безопасности продукции;

Для соблюдения требований законодательства и правил безопасности труда необходима разработка соответствующих технологий производства, контроля установленных параметров процесса и достижения требуемых характеристик условий труда:

- результаты контроля уровня охраны труда необходимо оформлять соответствующим протоколом;
- для обеспечения объективной оценки условий труда необходимо управление контрольно-измерительным оборудованием, установление параметров точности; проведение калибровки и поверки оборудования;
- проведение контроля должно осуществляться подготовленными специалистами с применением поверенных и калиброванных средств измерений;
- выполнение корректирующих действий, для предупреждения повторения несоответствий путем устранения причин их появления;
- регулярные внутренние проверки охраны труда, позволяющие контролировать применение системы управления в области безопасности труда и соблюдения соответствующих государственных требований и нормативных документов;
- для обеспечения требуемой квалификации персонала постоянную подготовку кадров;
- техническое обслуживание оборудования и средств защиты;
- внедрение статистических методов оценки условий труда. При этом следует устанавливать соответствующие процедуры их применения.

9.4. Документация системы управления охраной труда

Система управления охраной труда включает создание комплекса взаимоувязанных локальных нормативных документов. Документы содержат:

- структуру системы управления охраной труда,
- права и обязанности для каждого конкретного исполнителя,
- процессы обеспечения охраны труда,
- необходимые связи между подразделениями, обеспечивающие функционирование всей структуры.

Состав документации системы управления охраной труда базируется на требованиях национальных законов и правил, зависит от характера, вида деятельности и производственной мощности предприятия. Самостоятельными обязательными документами системы являются концепция охраны труда и положение о системе управления охраной труда, эти документы предназначены для внутреннего и внешнего пользования.

Документация системы управления охраной труда включает:

- концепцию охраны труда;
- распределение ключевых управленческих обязанностей по охране труда и обеспечению функционирования системы управления;
- основные опасности и риски, обусловленные производственной деятельностью предприятия и мероприятия по их предотвращению;
- документы, используемые внутри предприятия в рамках системы управления охраной труда;
- журналы, акты и отчеты о результатах проверок выполненных работ;
- акты проверок и расследований, протоколы измерений, журналы инструктажей.

В записи по охране труда допускается включать:

- сведения о травмах, болезнях и инцидентах, связанных с работой;
- данные о воздействиях вредных производственных факторов на работников;
- результаты наблюдений за функционированием системы управления охраной труда.

Копии всех документов подлежат учету и должны располагаться в местах, доступных для ознакомления с ними работников предприятия. Отмененные документы подлежат изъятию из обращения с принятием мер, исключающих их непреднамеренное дальнейшее использование.

Документы системы управления охраной труда должны быть доступны и понятны для работников, которым она предназначена. Документация должна периодически анализироваться и, при необходимости, своевременно корректироваться.

Записи по охране труда должны быть систематизированы и оформлены так, чтобы при необходимости можно было легко найти. Документация системы управления охраной труда должна храниться в соответствии с установленным сроком и располагаться в местах, удобных для пользования.

Для принятия решения по повышению качества охраны труда на предприятии должен быть обеспечен сбор, обработка и использование информации по охране труда.

Принятые решения по применению и совершенствованию системы управления охраной труда оформляют в виде приказов. Разрабатываются корректирующие действия по устранению выявленных несоответствий, а также предупреждающие действия, направленные на устранение причин несоответствий.

Успешное применение системы управления охраной труда зависит от способности организации реализовать принятые решения. Приказы или другие нормативные документы по применению и совершенствованию системы управления охраной труда направляют всем исполнителям и в службу охраны труда для реализации, координации работ и контроля их выполнения. В процессе реализации мероприятий допускается вносить коррективы, оформление которых осуществляет служба охраны труда.

Если по результатам контроля и анализа информации были подготовлены и успешно внедрены в производство все необходимые мероприятия, то следующий цикл управления повторяют уже на более высоком уровне.

Распределение обязанностей и ответственности по охране труда

Функции службы охраны труда на предприятии:

- организация профилактической работы по предупреждению производственного травматизма и профессиональных заболеваний;
- работа по повышению качества условий труда;
- обеспечение выполнения работниками требований охраны труда;
- контроль соблюдения работниками требований охраны труда;
- консультирование работников и руководителей предприятия по вопросам охраны труда;
- распространение передового опыта по охране труда.

Организует службу охраны труда работодатель, как правило, ее создают в форме самостоятельного структурного подразделения предприятия. Он же определяет структуру и численность отдела в соответствии с требованиями законодательства.

При отсутствии в организации службы или специалиста по охране труда работодатель заключает договор с организациями, уполномоченными оказывать услуги в области охраны труда.

Эффективность деятельности предприятия зависит от ее структуры. Поэтому при разработке системы управления охраной труда, возможно, придется корректировать структуру предприятия и процессы обеспечения охраны труда, а также учитывать принятые на начальных этапах следующие решения:

- по управлению охраной труда, на всех уровнях системы;
- информирование работников об обязанностях, ответственности и полномочиях лиц, определяющих и оценивающих опасности и риски;
- регулярное проведение оперативного контроля состояния охраны труда;
- по обмену информацией и сотрудничеству между работниками;
- обязательное соблюдение основных принципов построения системы управления охраной труда, содержащихся в соответствующих стандартах;
- в обязательном порядке выполнение концепции и целей;

- для повышения безопасности работников в течение трудового процесса необходима реализация мероприятий по определению, устранению или ограничению опасностей и рисков;
- разработка программ по улучшению и оздоровлению условий труда на предприятии;
- вовлечение всех работников в обеспечение эффективных мер по охране труда на предприятии;
- для лиц, ответственных за охрану труда обеспечить необходимые условия и ресурсы.

Ответственность за обеспечение охраны труда на предприятии законодательство возлагает на работодателя. Обязанность добиваться единства цели предприятия и путей достижения этой цели, а также соблюдения общих для работников организации норм, поддержания социально-психологического климата на предприятии, возлагается на работодателя и руководителей высшего звена. Руководящая роль работодателя позволяет ему:

- определять цели и приоритетные задачи по охране труда
- обеспечивать необходимыми ресурсами проводимые работы;
- планировать работы по охране труда;
- повышать ответственность руководителей за результаты деятельности по обеспечению безопасности труда;
- информировать работников об опасностях, с которыми он может столкнуться во время работы;
- способствовать повышению мотивации работников на выполнение задач по обеспечению охраны труда.

9.5. Участие работников в управлении охраной труда

В соответствии с законодательными требованиями работник обязан:

- применять безопасные методы при проведении работ;
- знать о возможных рисках и опасностях при выполнении работ;

- соблюдать требования охраны труда, установленные законами;
- правильно применять средства коллективной и индивидуальной защиты;
- регулярно проходить инструктаж и проверку знаний требований охраны труда;
- о каждом несчастном случае, происшедшем на производстве и ситуации, угрожающей жизни и здоровью людей извещать руководителя;
- принимать участие в работе по обеспечению охраны труда.

Управление охраной труда требует совместных усилий и является деятельностью всего коллектива. Деятельность по обеспечению охраны труда требует вовлечения в работу всего коллектива предприятия, что способствует выполнению осознанных действий каждым работником. Участвовать в деятельности по управлению охраной труда следует сотрудникам, занимающимся планированием и проектированием, работникам, непосредственно занятым в производстве, а также сотрудникам экономических служб. Необходимо определить на всех организационных уровнях и во всех службах ответственных по обеспечению безопасности всех видов работ.

Таким образом, участие работников в управлении охраной труда обеспечивает:

- повышение ответственности каждого работника за результаты своей деятельности;
- причастности к решению общих задач и рост заинтересованности каждого работника в успехах организации;
- переход к целенаправленным действиям, сотрудничеству и социальному партнерству;
- повышение мотивации каждого работника к участию в улучшении деятельности предприятия.

Активное участие работников в управлении охраной труда на предприятии достигается:

- информированием и повышением квалификации работников по различным аспектам охраны труда, связанным с их работой;

- участием работников, в организации, планирования и реализации действий по совершенствованию системы управления охраной труда;
- эффективным функционированием комиссии по охране труда;
- разработкой требований к уровню компетентности работников в области охраны труда.

Уполномоченное (доверенное) лицо профессионального союза по охране труда

Уполномоченное (доверенное) лицо по охране труда осуществляет профсоюзный контроль соблюдения требований охраны труда на предприятиях.

Уполномоченный по охране труда решает следующие задачи:

- помощь в создании на предприятии безопасных условий труда;
- контроль состояния условий и охраны труда на рабочих местах;
- подготовка предложений работодателю по улучшению условий труда на рабочих местах;
- представление интересов работников при рассмотрении трудовых споров по вопросам, связанным с обязанностями работодателя по обеспечению безопасных условий и охраны труда;
- контроль исполнения прав работника на труд, в условиях, отвечающих требованиям охраны труда;

Деятельность уполномоченного проводится во взаимодействии с должностными лицами предприятия и службой охраны труда. Уполномоченный в своей деятельности руководствуется требованиями охраны труда, постановлениями первичной профсоюзной организации, коллективным договором и локальными нормативными актами по охране труда.

Уполномоченного избирают открытым голосованием на общем профсоюзном собрании (конференции) работников организации на срок полномочий выборного органа первичной профсоюзной организации. Уполномоченным не может быть избран работник (должностное лицо), в функциональные

обязанности которого входит обеспечение безопасных условий и охраны труда на предприятии или ее структурном подразделении.

9.6. Подготовка и обучение работников предприятия безопасным методам и приемам выполнения работ

Основной целью обучения всех работников предприятия по охране труда и проверки их знаний является обеспечение профилактических мер по сокращению производственного травматизма и профессиональных заболеваний.

Федеральный орган исполнительной власти по труду и образованию устанавливает порядок обучения работников предприятия по охране труда. Работодатель в соответствии с законодательством Российской Федерации несет ответственность за организацию и своевременность обучения работников предприятия по охране труда и за проверку их знаний.

Обучение работников предприятий по охране труда предусматривает:

- вводный инструктаж;
- инструктаж на рабочем месте: первичный, повторный, внеплановый и целевой;
- обучение руководителей, специалистов и работников рабочих профессий.

Вводный инструктаж проходят все вновь принимаемые на работу лица, а также работники, командированные на предприятие. Вводный инструктаж проводит специалист по охране труда предприятия.

Для проведения вводного инструктажа по охране труда разрабатывают программу, основанную на законодательных и иных нормативных правовых актах Российской Федерации с учетом специфики деятельности предприятия. Программу утверждает работодатель в установленном порядке.

Первичный, повторный, внеплановый и целевой инструктажи на рабочем месте проводит непосредственный руководитель работ - мастер, прораб.

Программа инструктажей по охране труда включает:

- знакомство работников с имеющимися на предприятии опасными или вредными производственными факторами;

- изучение требований охраны труда, содержащихся в локальных нормативных актах предприятия, инструкциях по охране труда, технической, эксплуатационной документации;

- внедрение безопасных методов выполнения работ.

Проведение инструктажа по охране труда должна завершаться устной проверкой знаний приобретенных работником в процессе обучения и навыков безопасных приемов работы. Проверку знаний осуществляет лицо проводившее инструктаж.

Результаты всех видов инструктажей регистрируются в соответствующих журналах (при проведении целевого инструктажа – в наряде-допуске на производство работ). В журнале инструктаж подтверждается подписями инструктируемого и инструктирующего, а также указанием даты проведения инструктажа.

Для проведения первичного инструктажа по охране труда разрабатывают программу, основанную на законодательных и иных нормативных правовых актах Российской Федерации с учетом специфики деятельности предприятия.

Допускается освобождать от прохождения первичного инструктажа на рабочем месте работников, не связанных с эксплуатацией, обслуживанием, испытанием, наладкой и ремонтом оборудования, использованием электрифицированного или иного инструмента. Работодатель утверждает перечень должностей работников, освобожденных от прохождения первичного инструктажа на рабочем месте.

Повторный инструктаж проходят все работники не реже одного раза в 6 месяцев по программам, разработанным для проведения первичного инструктажа на рабочем месте.

Внеплановый инструктаж проводят:

- при введении в действие новых или изменении законодательных и иных нормативных правовых актов, содержащих требования охраны труда, а также инструкций по охране труда;

- при замене или модернизации оборудования, изменении технологических процессов влияющих на безопасность труда;

- при несчастных случаях на производстве вызванных нарушением работниками требований охраны труда;

- по запросу должностных лиц органов государственного надзора и контроля;
- в ситуации длительного перерыва в выполнении конкретной работы, более 30 календарных дней для работ с вредными или опасными условиями, а для остальных работ перерыв более 2 месяцев;
- по требованию работодателя.

Целевой инструктаж проводят:

- при выполнении сотрудником разовых работ, работ по ликвидации последствий аварий и стихийных бедствий;
- при проведении работ, на которые оформляют наряд-допуск, разрешение или другие специальные документы;

В течение месяца после приема сотрудника на работу работодатель должен организовать обучение безопасным методам и приемам выполнения работ. Обучают всех поступающих на работу, а также лиц переводимых на другую работу.

Обучение работников рабочих профессий по охране труда проводится также при подготовке, переподготовке и обучении их другим рабочим профессиям.

В процессе трудовой деятельности периодически проводится обучение охране труда и проверка полученных знаний. Работодатель в соответствии с нормативными правовыми актами устанавливает порядок, форму, продолжительность обучения и проверку знаний по охране труда работников рабочих профессий.

Работодатель не реже одного раза в год организует обучение работников рабочих профессий методам оказания первой помощи пострадавшим. Руководители и специалисты организаций проходят обучение охране труда, в объеме должностных обязанностей, при поступлении на работу в течение первого месяца, далее по мере необходимости, но не реже одного раза в три года.

Обучение руководителей и специалистов охране труда проводится образовательным учреждением при наличии у них лицензии на право проведения образовательной деятельности и наличия преподавательского состава, специализирующегося в области охраны труда. Обучение также можно проводить по соответствующим программам непосредственно самим предприятием.

Обучение охране труда проходят:

– руководители предприятий, заместители руководителей предприятий, курирующие вопросы охраны труда, заместители главных инженеров по охране труда, инженерно-технические работники, осуществляющие организацию и проведение работ на рабочих местах и в производственных подразделениях;

– руководители производственной практики обучающихся в учебных учреждениях, преподаватели дисциплин «охрана труда», «безопасность жизнедеятельности», «безопасность технологических процессов и производств», а также федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда;

– специалисты служб охраны труда, а также работники, на которых работодателем возложены обязанности организации работы по охране труда, члены комиссий по охране труда;

– уполномоченные лица по охране труда профессиональных союзов;

– члены комиссий по проверке знаний охраны труда организаций в обучающих учреждениях.

Обучение охране труда руководителей и специалистов проводят в форме лекций, семинаров, собеседований, индивидуальных или групповых консультаций. В процессе обучения можно использовать элементы самостоятельного изучения программы по охране труда, компьютерные программы, а также дистанционное обучение.

Проверку знаний требований охраны труда и практических навыков безопасной работы работников рабочих профессий в объеме знаний требований правил и инструкций по охране труда проводят непосредственные руководители работ. Не реже одного раза в три года проходят очередную проверку знаний требований охраны труда руководители и специалисты предприятий

В определенных ситуациях, проводят внеочередную проверку знаний охраны труда работниками предприятий независимо от срока проведения предыдущей проверки. Внеочередную проверку

знаний охраны труда работниками предприятий проводят в следующих случаях:

- при введении новых или внесении изменений и дополнений в действующие законодательные акты, содержащие требования охраны труда. При этом проверку знаний осуществляют только этих законодательных и нормативных правовых актов;

- в случае ввода в эксплуатацию нового оборудования и изменениях технологических процессов, проверке подлежат знания требований охраны труда, связанные с этими изменениями;

- проверка знаний проводится до начала исполнения работниками своих должностных обязанностей при переводе работников на другую работу, если новые обязанности требуют дополнительных знаний по охране труда;

- проверка знаний проводится по требованию должностных лиц федеральной инспекции труда, других органов государственного надзора и контроля в области охраны труда;

- при установлении нарушений требований охраны труда и недостаточных знаний работников работодатель может провести внеочередную проверку;

- внеочередная проверка проводится после происшедших аварий и несчастных случаев, а также при выявлении неоднократных нарушений работниками предприятия требований законодательства по охране труда;

- при перерыве в работе на данном рабочем месте более одного года.

Для проведения проверки знаний охраны труда у работников предприятия приказом работодателя создается комиссия в составе не менее трех человек. Члены комиссии должны состоять из работников ранее прошедших обучение и проверку знаний охраны труда в установленном порядке.

В состав комиссии по проверке знаний охраны труда включают руководителей структурных подразделений, специалистов служб охраны труда и главных специалистов.

Представители выборного профсоюзного органа, представляющего интересы работников данного предприятия, также могут принимать участие в работе комиссии.

Проверку знаний требований охраны труда работников, в том числе руководителей предприятий, проводят в соответствии с нормативными правовыми актами по охране труда, с учетом их должностных обязанностей и характера производственной деятельности. Результаты проверки знаний охраны труда работниками предприятия оформляют протоколом по форме установленного образца.

Работнику, успешно прошедшему проверку, выдают удостоверение установленного образца за подписью председателя и заверенное печатью предприятия, проводившего обучение. При неудовлетворительной оценке знаний инструктируемого работника, не допускают к работе. Он должен вновь пройти инструктаж и повторную проверку знаний в срок не позднее одного месяца. Обучающие организации могут осуществлять проверку знаний охраны труда только тех работников, которые проходили обучение в этих учреждениях.

Уровень квалификации работников зависит от характера деятельности предприятия и определяется ее руководителем. Для выполнения своих обязательств по обеспечению требований охраны труда работодателям необходимо разрабатывать и корректировать мероприятия, обеспечивающие необходимую работникам компетентность и квалификацию.

Необходимая подготовка и опыт для выполнения конкретной работы в безопасных условиях определяет уровень компетентности в вопросах охраны труда.

Программы подготовки и переподготовки работников по охране труда должны соответствовать действующему законодательству и охватывать всех работников предприятия. Содержание и объем обучения охране труда зависят от характера деятельности предприятия и имеют различные уровни знаний и ответственности для разных категорий обучаемых. Материалы программы должны быть доступными для изучения и усвоения, содержать требования по оформлению результатов проверки знаний и аттестации обучаемых.

Обучение охране труда предоставляется всем слушателям бесплатно и, по возможности, осуществляется в рабочее время.

9.7. Профилактические мероприятия по охране труда

В процессе трудовой деятельности следует постоянно определять опасности и оценивать производственные риски. Порядок приоритетности предупредительных и контролирующих мер следующий:

- устранение опасности и риска;
- использование технических средств коллективной защиты или организационных мер с целью ограничения опасности и риска в их источнике;
- применение безопасных производственных систем и ограничение времени контакта с вредными и опасными производственными факторами;
- бесплатное предоставление средств индивидуальной защиты, включая спецодежду в случае невозможности снижения опасностей средствами коллективной защиты;
- разработка мероприятий по предупреждению и минимизации опасностей и рисков;
- регулярный учет текущего состояния знаний и опыта работников, включая отчеты инспекции труда и службы охраны труда.

Аттестацию рабочих мест по условиям труда проводят для оценки фактических показателей опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах. Документы системы управления охраной труда приводят в соответствие с изменениями и нововведениями в производственных процессах.

Наблюдение за состоянием здоровья работников это процедура обследования состояния здоровья работников для обнаружения и определения отклонений от нормы.

Результаты наблюдения за состоянием здоровья работников следует использовать для защиты и оздоровления, как отдельных работников, так и группы работников на рабочем месте, а также работников, подвергаемых воздействию вредных и опасных производственных факторов.

Работники, занятые на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, связанных с движением транспорта, проходят за счет средств работодателя обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры.

Контроль состояния производственной среды предусматривает оценку воздействия на работников опасных и вредных производственных факторов; санитарно-гигиенических и социально-психологических условий труда, организации труда на рабочем месте, которые могут представлять риск для здоровья работников, а также наличие и состояние системы защиты от них, разработанных для их устранения и (или) снижения.

Такой контроль включает в себя аттестацию рабочих мест по условиям труда, определение опасностей и оценку рисков, опрос или анализ данных о состоянии здоровья работников, анкетирование и т.п.

Наиболее полную характеристику состояния условий труда на рабочем месте получают при аттестации рабочих мест по условиям труда. Эта процедура предусматривает оценку условий труда на рабочих местах, выявление вредных и (или) опасных производственных факторов, оценку применяемых средств защиты, а также разработку мероприятий по приведению условий труда в соответствие с государственными нормативными требованиями. Аттестацию рабочих мест по условиям труда проводят через определенные промежутки времени или исходя из изменения условий труда на рабочем месте. Порядок проведения аттестации рабочих мест по условиям труда устанавливает федеральный орган исполнительной власти, осуществляющий функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда.

Измерения опасных и вредных производственных факторов, определение показателей тяжести и напряженности трудового процесса на рабочих местах осуществляют организации аккредитованные в установленном порядке на проведение соответствующих измерений

Результаты аттестации рабочих мест по условиям труда используют при:

– планировании мероприятий в соответствии с государственными нормативными требованиями охраны труда;

– решении вопроса о связи заболевания с профессией при подозрении на профессиональные заболевания, в том числе при решении споров, разногласий в судебном порядке;

– рассмотрении вопроса о прекращении (приостановлении) эксплуатации цеха, участка, производственного оборудования, изменении технологий, представляющих непосредственную угрозу для жизни или здоровья работника;

– включении в трудовой договор условий труда работника;

– составлении статистической отчетности о состоянии условий труда и компенсациях за работу во вредных и (или) опасных условиях труда;

– рассмотрении вопроса о привлечении к ответственности лиц, виновных в нарушении требований охраны труда;

– обосновании предоставления компенсаций работникам, занятым на тяжелых работах и работах с вредными и (или) опасными условиями труда.

Компенсации за тяжелые работы и работы с вредными или опасными условиями труда устанавливаются для условий не устранимых при современном техническом уровне производства и существующей организации труда.

На обеспечение охраны труда влияют внутренние и внешние изменения. Внутренние изменения, такие как внедрение новых технологических и трудовых процессов или организационных структур. Внешние изменения, выражающиеся в совершенствовании законодательства и иных нормативных правовых актов или слиянии компаний. По результатам оценки рисков от внутренних и внешних изменений разрабатывают соответствующие предупредительные меры до введения изменений в действие.

Определяют опасности и оценивают риски на рабочих местах перед любым применением новых приемов труда, материалов,

процессов или оборудования. Оценку проводят с участием работников, их представителей и комиссии по охране труда.

Мероприятия по предупреждению аварийных ситуаций на предприятии, готовности к ним и к ликвидации их последствий разрабатывают на основе возможного характера аварийных ситуаций, предусматривают снижение связанных с ними рисков. Мероприятия по предупреждению аварийных ситуаций разрабатывают в соответствии с видом, характером и масштабом деятельности организации. Они должны:

- гарантировать защиту всех людей в рабочей зоне при возникновении аварии;
- при возникновении аварийной ситуации необходимо предоставлять информацию соответствующим компетентным органам, территориальным структурам и аварийным службам;
- при возникновении аварии предусматривать противопожарные мероприятия, оказание первой медицинской помощи и эвакуацию всех людей, находящихся в рабочей зоне;
- предоставлять всем работникам организации возможность подготовки по предупреждению аварийных ситуаций и ликвидации их последствий.

Способность выполнять требования заказчика обеспечивает выбор поставщиком безопасной продукции. Процесс выбора поставщиков содержит:

- определение возможности поставлять сертифицированное оборудование и материалы, измерительную технику, средства защиты, средства индивидуальной защиты;
- полноту информации об опасных свойствах продукции и мерах по безопасному обращению с ней;
- включение в условия договора материально-технического снабжения требований заказчика, о поставке сертифицированного оборудования и материалов, измерительной техники;
- обязательный входной контроль безопасности поставляемой продукции.

9.8. Оценка эффективности системы управления охраной труда

В зависимости от целей оценки функционирования системы управления охраной труда выполняют различные виды контроля, анализируют и оценивают результаты проверки, разрабатывают мероприятия по улучшению соответствующих показателей охраны труда.

Основным элементом контроля требований охраны труда и промышленной безопасности являлись проверки состояния зданий и сооружений, оборудования, соблюдение технологических параметров и т. п., а подготовка персонала и соблюдение им норм и правил безопасности проверялись недостаточно. В то же время, когда происходят несчастные случаи и аварии, первым делом опрашивают персонал, уточняя, как соблюдалась та или иная процедура, действия персонала при ее выполнении, недостатки самой процедуры (той же инструкции) и трудности ее исполнения.

Таким образом, до происшествий акцент делали на проверку оборудования, зданий, сооружений, технических параметров (регламентов), но как только происходят несчастный случай или авария — приоритет отдавали опросу людей, другими словами, соблюдению ими прописанных процедур (инструкций, стандартов, положений и т. п.): ведь на их долю приходится 90 % причин травматизма. Устранить это несоответствие позволяет аудит. В Таблице 9.1 приведены сравнительные характеристики инспекции по безопасности и аудита безопасности. Преимущество аудита в том, что он проверяет соответствие выполняемой работником документированной процедуры, в чем лично заинтересован сам работник, поэтому он активно участвует в проверке. А если аудитор находит несоответствие действующим процедурам зачастую на основе подсказки самого работника, то принимаются предупредительные меры к устранению этого несоответствия.

Основой разработки соответствующих мероприятий по улучшению условий труда являются оценка эффективности системы управления охраной труда, а также ее элементов и выполняемые процедуры контроля.

Важно для процедуры контроля привлекать персонал, прошедший обучение в области охраны труда.

Таблица 1 - Сравнительные характеристики инспекции по безопасности и аудита безопасности

Инспекция	Аудит
Оборудование	Люди
Пассивная форма проведения	Интерактивная форма проведения (Я заинтересован в безопасной работе)
Участвуют инспектора (они)	Участвуют все (Мы)
Фиксация отклонений требований от НТД	Соответствия (достоинства) и несоответствия
Контроль	Регистрация, выявление причин, подготовка предупредительных мер, контроль исполнения (как правило, предупреждение)

На предприятии применяются следующие виды контроля охраны труда:

- текущий контроль выполнения плановых мероприятий по охране труда;
- постоянный контроль состояния производственной среды;
- многоступенчатый контроль состояния условий труда на рабочем месте;
- внутренняя проверка (аудит) системы управления;
- внешняя проверка (аудит) органом по сертификации с выдачей сертификата соответствия.

Основными видами оценок являются:

- статистическая отчетность о состоянии условий труда работников;
- сведения о состоянии условий труда и компенсациях за работу во вредных и опасных условиях труда;
- учет и расследование несчастных случаев, профессиональных заболеваний и инцидентов на производстве;
- анализ производственного травматизма;
- оценка результативности системы управления охраной труда.

В результате проверок и контроля определяют соответствие охраны труда запланированным показателям. Результаты оценок и проверок условий труда должны быть оформлены соответствующими протоколами.

Оценку показателей безопасности труда получают также с помощью контрольно-измерительного оборудования. Необходимо устанавливать перечень обязательных измерений параметров, методы и точность их измерения; требования к калибровке и поверке средств измерений для оценки показателей охраны труда

Для достижения достоверности и сопоставимости результатов проведение измерений должны проводить подготовленные специалисты с помощью аттестованных средств.

Обязанности и ответственность по контролю охраны труда должны быть распределены на различных уровнях управленческой структуры.

Необходимо установить порядок сбора и регистрации данных об условиях труда. Передачу данных об условиях труда обеспечивает систематизация хранения, ее соответствие законам и эффективность системы управления охраной труда.

Оценка показателей охраны труда может быть как качественная, так и количественная.

Качественная и количественная оценка должна:

а) базироваться на принятых обязательствах, связанных с концепцией и целями обеспечения охраны труда, а также выявленных в организации опасных и вредных производственных факторах и рисках;

б) обеспечивать процесс оценки деятельности организации, включая анализ эффективности управления руководством.

9.9. Качественный и количественный анализ опасности.

Качественный анализ опасности

Анализ опасностей необходимо начинать с исследования, позволяющего идентифицировать источники опасностей. При необходимости исследования могут быть углублены и направлены на детальный качественный анализ. Выбор метода качественного анализа зависит от цели, предназначения объекта и его сложности.

Для расчета вероятностей чрезвычайных происшествий необходимо установить логические связи. При анализе опасностей принимают во внимание используемые материалы, рабочие

параметры системы, наличие и состояние контрольно-измерительных средств.

Качественные методы анализа опасностей позволяют определить источники опасностей, потенциальные аварии и несчастные случаи, последовательности развития событий, пути предотвращения аварий (несчастных случаев) и смягчения последствий.

Качественные методы анализа опасностей включают:

- предварительный анализ опасностей;
- анализ последствий отказов;
- анализ опасностей с помощью «дерева причин»;
- анализ опасностей с помощью «дерева последствий»;
- анализ опасностей методом потенциальных отклонений;
- анализ ошибок персонала;
- причинно-следственный анализ.

Качественными методами можно оценить опасный потенциал любого технического объекта.

Предварительный анализ опасностей (ПАО), заключается в выявлении источника опасностей, определении системы или событий, которые могут вызывать опасные состояния, характеристике опасностей в соответствии с вызываемыми ими последствиями.

Предварительный анализ опасностей позволяет выявить состояние оборудования технической системы и отдельные события, которые могут привести к возникновению опасностей.

Предварительный анализ опасностей включает:

- изучение технических характеристик объекта, системы, процесса, материалов и их повреждающих свойств;
- анализ законов и других нормативно-технических документов, действия которых распространяются на данную систему или процесс;
- обоснование и составление перечня опасностей с указанием идентифицированных источников опасностей, повреждающих факторов, потенциальных аварий.

При проведении предварительного анализа опасностей особое внимание уделяют наличию взрывоопасных, пожароопасных и

токсичных веществ. Крупные системы технического объекта, которые являются источниками опасности, следует рассматривать отдельно и более детально исследовать с помощью других методов анализа.

Анализ последствий отказов (АПО) проводится на основе качественного метода идентификации опасностей. В основе анализа лежит системный подход и прогноз, на основе последовательного рассмотрения элементов одного за другим, анализируются все возможные виды отказов и выявляются их воздействия на систему. С использованием этого метода можно оценить опасный потенциал любого технического объекта.

Анализ последствий отказов, как правило, проводится в следующем порядке:

- техническую систему подразделяют на компоненты;
- для каждого компонента выявляют возможные отказы,
- изучают потенциальные аварийные ситуации, которые может вызвать тот или иной отказ на исследуемом объекте;
- результаты анализа сводят в таблицы;
- отказы ранжируют по опасностям и разрабатывают предупредительные меры.

Выполненный анализ дает качественные и количественные характеристики опасностей и позволяет разработать план предупредительных мероприятий.

В результате анализа последствий отказов могут быть получены и документально оформлены данные о частоте отказов, необходимые для количественной оценки уровня опасностей рассматриваемого объекта.

После того как система полностью определена детальный анализ возможных событий проводится с помощью дерева отказов.

Анализ опасностей с помощью «дерева причин» (АОДП) позволяет выявить комбинации отказов оборудования, ошибок персонала и внешних (техногенных, природных) воздействий, приводящих к аварийной ситуации.

Анализ опасностей с помощью «дерева причин» выполняют в следующем порядке:

- выбирают потенциальное событие - отказ, который может привести к аварии;
- выявляют все факторы, которые могут привести к аварии;
- по результатам этого анализа строят ориентированный граф – «дерево», вершина (корень) которого занумерована потенциальной аварией.

Детальное изучение всех компонентов рассматриваемой технической системы позволит провести анализ с помощью дерева причин. Отмечено, что на работу системы оказывает влияние человеческий фактор, например, возможность совершения оператором ошибки. Поэтому необходимо вводить в содержание дерева причин-отказов все потенциально возможные инциденты – «отказы операторов». Дерево причин отказов отражает статический характер событий.

Анализ опасностей с помощью «дерева последствий» потенциальной аварии (АОДПА) отличается от анализа опасностей с помощью «дерева причин» тем, что задается потенциальное аварийное событие – инициатор, и исследуют всю группу событий – последствий, к которым оно может привести. Анализ причин последствий начинается с выбора критического события.

Большинство аварийных ситуаций развивается за критическим событием в виде цепи отдельных событий, поэтому критические события необходимо выбирать так, чтобы они служили отправными точками для анализа. Построение диаграммы-дерева последствий заключается в следующем: выбор первого иницирующего события, за которым следуют другие события, происходящие на данном этапе работы.

При качественном анализе «причин - последствий» используются комбинированные методы - «дерево отказов» (выявить причины) и «дерево событий» (показать последствия), причем все явления рассматриваются в сложившейся последовательности их появления.

Анализ опасностей методом потенциальных отклонений (АОМПО) заключается в искусственном создании отклонений с помощью ключевых слов. Для анализа технологический процесс или техническую систему разбивают на составные части. Создавая с помощью ключевых слов отклонения, систематично изучают их

потенциальные причины и те последствия, к которым они могут привести.

Анализ ошибок персонала (АОП) - один из важнейших элементов оценки опасностей с учетом человеческого фактора. АОП позволяет дать характеристику ошибок вызывающих или усугубляющих аварийную ситуацию. С помощью анализа ошибок персонала можно оценить способность персонала совершить корректирующие действия по управлению аварией.

Причинно-следственный анализ (ПСА) направлен на выявление причины происшедшей аварии и является составной частью общего анализа опасностей. Он завершается прогнозом возможных новых аварий и составлением плана мероприятий по их предупреждению.

Причинно-следственный анализ включает следующие этапы:

- сбор информации и объективное описание аварии;
- перечень событий, предшествовавших аварии;
- построение ориентированного графа – «дерева причин», начиная с последней стадии развития событий, т.е. с самой аварии;
- определение логических связей «дерева причин»;
- разработку предупредительных мер, исключающих повторение аварии данного типа или избежание аналогичных аварий.

Количественный анализ опасности

Количественный анализ опасностей дает возможность определить вероятности аварий и несчастных случаев, величину риска, масштабы последствий. Методы расчета вероятностей и статистический анализ являются составными частями количественного анализа опасностей.

Статистический метод основан на изучении причин травматизма по отчетным документам за определенный период времени. Этот метод позволяет получить общую картину состояния травматизма, определить его динамику, выявить связи между обстоятельствами и причинами несчастных случаев.

Для количественной оценки уровня травматизма определяются относительные статистические показатели частоты и тяжести травматизма.

Показатель частоты травматизма $K_{\text{ч}}$ определяет число несчастных случаев, приходящихся на 1000 работающих за определенный календарный период (месяц, год). Он рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{ч}} = (T / P) * 1000,$$

где T – число травм (несчастных случаев) за расчетный период;

P – среднесписочное количество работающих на предприятии.

Показатель тяжести травматизма $K_{\text{т}}$ характеризует среднюю длительность нетрудоспособности, приходящуюся на один несчастный случай:

$$K_{\text{т}} = D / T,$$

где D – суммарное число дней нетрудоспособности по всем несчастным случаям.

Для расчета вероятностей аварии или несчастного случая необходимо установление логических связей между событиями

При анализе опасностей сложные системы разбивают на подсистемы. Логический анализ внутренней структуры системы и определение вероятности нежелательных событий E как функции отдельных событий E_i являются одной из задач анализа опасностей.

Через $P(E_i)$ обозначают вероятность нежелательного события E_i .

Для полной группы событий, имеем:

$$\sum_{i=1}^n P(E_i) = 1.$$

Для равновозможных событий $\{P(E_i) = p, i = 1, 2, \dots, n\}$, образующих полную группу событий, вероятности всех событий равны $p = 1/n$.

Для количественного измерения опасностей принята «шкала», в которой в качестве измерения используются единицы риска. При этом под термином «риск» понимают многокомпонентную величину, которая характеризуется ущербом от воздействия того или иного опасного фактора, вероятности возникновения анализируемого фактора и неопределённости в величинах как ущерба, так и вероятности.

Под термином «ущерб» понимаются фактические и возможные экономические потери или ухудшение природной среды вследствие воздействия негативных факторов аварии. Чем

больше отрезок времени и количество рискующих субъектов, тем больше величина ущерба, который получают субъекты в совокупности.

Количественная оценка риска представляет собой процесс оценки численных значений вероятности и последствий нежелательных процессов и событий.

Оценка риска, как правило, характеризуется двумя величинами – вероятностью события P и последствиями X , которые в выражении математического ожидания выступают как сомножители:

$$R = P \times X.$$

По отношению к источникам опасностей оценка риска предусматривает разграничение нормального режима работы R_n и аварийных ситуаций $R_{ав}$:

$$R = R_n + R_{ав} = P_n \times X_n + P_{ав} \times X_{ав}.$$

Техногенный риск оценивают по формуле, включающей как вероятность нежелательного события, так и величину последствий в виде ущерба U :

$$R = P \times U.$$

Индивидуальный риск можно определить, как ожидаемое значение причиняемого ущерба U^* за интервал времени T и отнесенное к группе людей численностью M человек:

$$R = U^*/(M \times T).$$

Контроль и измерения результатов деятельности по охране труда должен включать все виды текущего контроля, а не основываться только на статистических данных инцидентов, несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

Контроль деятельности по охране труда должен обеспечивать:

- а) обратную связь по результатам деятельности;
- б) информацию для определения, результативности и эффективности мероприятий по предотвращению и ограничению опасных и вредных производственных факторов;
- в) создание основы для принятия решений о совершенствовании определения опасностей и ограничения рисков.

Текущий административно-общественный контроль состояния условий труда на рабочих местах осуществляют с помощью многоступенчатого механизма контроля. Данный вид контроля применяют в крупных организациях с многоуровневой структурой.

Для большинства организаций применим трехступенчатый контроль:

I ступень. Мастер и уполномоченное (доверенное) лицо по охране труда профессионального союза обходят все рабочие места ежедневно. Обнаруженные неполадки устраняют немедленно.

II ступень. Начальник цеха (большого участка) и уполномоченный по охране труда с инженером по охране труда совершают обход один раз в неделю. Результаты проверки заносят в журнал с назначением исполнителей и установлением срока устранения несоответствия;

III ступень. Комиссия организации изучает состояние охраны труда в подразделении один раз в месяц. По итогам проверки оформляет акт о выявленных нарушениях и издают приказ об их устранении.

Организации с незначительной численностью работников применяют двухступенчатый контроль:

I ступень. Ежедневный осмотр руководителем всех рабочих мест. Наиболее квалифицированным работникам I ступень контроля условий труда на своем рабочем месте допускается разрешить выполнять самостоятельно, путем самоконтроля с устранением всех обнаруженных отклонений до начала работы;

II ступень. Ежемесячное углубленное обследование комитетом (комиссией) по охране труда с участием ведущих специалистов малого предприятия, уполномоченного (доверенного) лица по охране труда профессионального союза или трудового коллектива. По результатам проверки комиссии в специальный журнал заносят отмеченные недостатки, предложения по их устранению, сроки выполнения и исполнителя. Исполнитель, ответственный за выполнение намеченного мероприятия, ставит свою подпись.

9.10. Анализ руководством организации эффективности системы управления охраной труда

При анализе эффективности системы управления охраной труда, руководством, оценивают:

- концепцию охраны труда для определения достижения запланированных целей по обеспечению охраны труда;

- способность системы управления охраной труда удовлетворять общим потребностям организации, включая работников и органы управления, надзора и контроля;
- необходимость изменения системы управления охраной труда, включая концепцию и цели;
- необходимые действия для своевременного устранения недостатков в области охраны труда, включая изменение критериев оценки эффективности системы;
- выбор приоритетов в целях рационального планирования и непрерывного совершенствования;
- степень достижения целей организации по охране труда и своевременность применения корректирующих действий;
- эффективность действий, намеченных руководством по результатам предыдущих анализов результативности системы управления охраной труда.

Анализ эффективности системы управления охраной труда, проводимый руководством, должен учитывать:

- результаты расследования несчастных случаев, профессиональных заболеваний и инцидентов на производстве, наблюдения и измерения результатов деятельности и проверок;
- дополнительные внутренние и внешние факторы, а также изменения, включая организационные, которые могут влиять на систему управления охраной труда.

Выводы из анализа эффективности системы управления охраной труда руководством должны быть документально зафиксированы и официально доведены до сведения:

- лиц, ответственных за конкретный элемент системы управления охраной труда для принятия соответствующих мер;
- комитета (комиссии) по охране труда, работников, а также их представителей.

Совершенствование управления охраной труда

Постоянное улучшение системы управления охраной труда является одним из основных ее свойств.

При использовании результатов проверок, анализа данных, а также корректирующих и предупреждающих действий повышается результативность системы управления.

Совершенствование результативности управления охраной труда направлено на исключение травм, смертельных случаев, профессиональных заболеваний работников, путем снижения опасностей трудового процесса и сопутствующих ему рисков. В целях совершенствования деятельности по охране здоровья и обеспечению безопасности труда процессы выполнения организацией требований охраны труда сравнивают с достижениями других организаций, что способствует поощрению тех, кто добился лучших результатов.

Решения должны основываться на анализе фактических данных и достоверной информации. В системе управления безопасностью труда необходимо проведение анализа фактов, известных работникам, это будет способствовать принятию правильного решения на основе этого анализа.

Руководство принимает решения по повышению эффективности системы только на основании анализа данных (информации, фактов) по состоянию условий труда.

Несоответствия, выявленные в процессе проверки, контроля и оценки результативности системы управления охраной труда, подлежат устранению. Устранение нарушений обеспечивается принятием решения и разработкой мероприятий по проведению корректирующих и предупреждающих действий. Необходимо также своевременно внести необходимые изменения в действующие планы и программы.

Постоянное совершенствование системы управления охраной труда способствует повышению конкурентоспособности, а также своевременным реагированием на появление современных разработок, повышению профессионализма персонала путем обучения. Применение методики постоянного улучшения позволяет своевременно внедрять в организации прогрессивные разработки, методы и технологии.

Обеспечение непрерывного совершенствования системы управления охраной труда достигается установлением определенных мероприятий по совершенствованию. Эти мероприятия должны учитывать:

- цели организации по охране труда;

- результаты определения опасных и вредных производственных факторов и оценки рисков;
- результаты контроля и измерения результатов деятельности;
- расследования несчастных случаев, профессиональных заболеваний и инцидентов на производстве;
- результаты и рекомендации проверок (ревизий);
- анализ результативности системы управления охраной труда руководством;
- предложения по совершенствованию, поступающие от работников организации и комитетов (комиссий) по охране труда;
- новую информацию в области охраны труда;

ГЛАВА 10. ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ АСФАЛЬТОБЕТОНА ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

10.1. Формирование структуры асфальтобетона под воздействием технологических и эксплуатационных факторов

Структура – это совокупность устойчивых связей и отношений объекта, обеспечивающих его целостность и тождественность самому себе, т.е. сохранение основных свойств при различных внешних и внутренних изменениях.

Асфальтобетонные смеси и асфальтовый бетон представляют собой высококонцентрированные дисперсные системы [2-7, 12, 13, 17, 19], которые характеризуются сильно развитой межфазной поверхностью и высокой концентрацией дисперсной фазы в жидкой (для смесей при перемешивании и на начальной стадии уплотнения) или газовой дисперсионных средах. Процессу формирования структуры и свойств асфальтобетона способствуют различные технологические воздействия. В таких системах в процессе технологических процессов возникают пространственные структуры, свойства которых во многом определяются поверхностными явлениями на границах раздела фаз. Тип этих структур представлен на Рисунке 1 и определяется видом контактов между частицами дисперсных фаз [15]:

1. обратимых по прочности коагуляционных контактов, образующихся через равновесную по толщине прослойку жидкой дисперсионной среды;
2. необратимо разрушающихся истинных фазовых контактов или контактов переплетения;
3. прочных истинных контактов, которые образуются в результате химических и фазовых превращений в процессе, и после завершения реакций полимеризации жидкого вяжущего, кристаллизации, охлаждения расплавов, пластической деформации дисперсных частиц, переплетения волокон и их склеивания и проч.

Устойчивая структура асфальтобетона будет определяться энергетическими связями на поверхности раздела твердых и жидких компонентов.

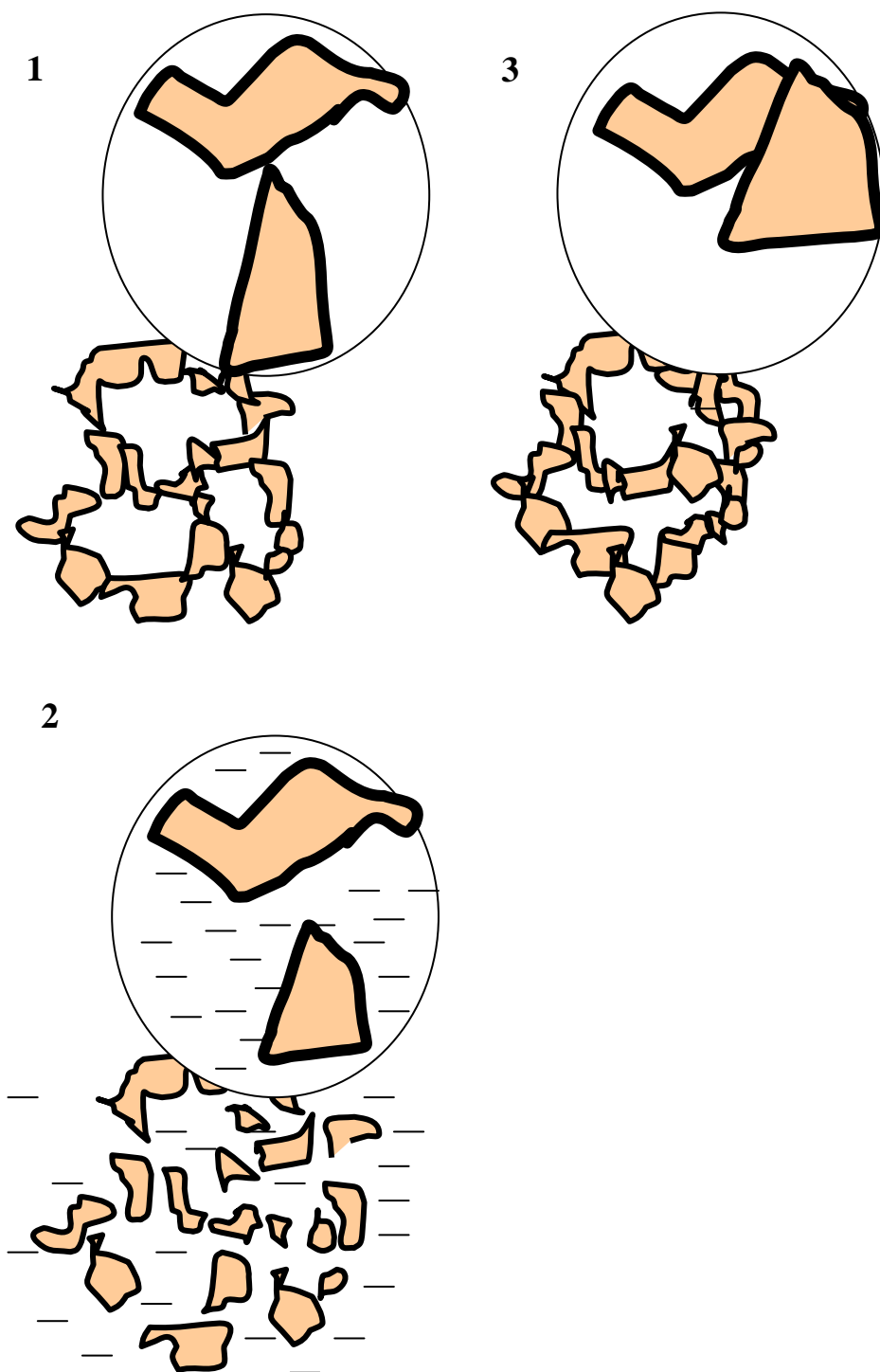


Рисунок 1 - Основные типы контактов между частицами твердых дисперсных фаз в концентрированных дисперсных системах:

1 – атомный контакт, 2 – коагуляционный контакт, 3 – фазовый контакт

Связи между компонентами в асфальтобетонах, по П.А. Ребиндеру, классифицируются по типу образующихся структур: коагуляционной, конденсационной и кристаллизационной.

Наряду с перечисленными выше основными типами структур в асфальтобетоне и асфальтобетонных смесях могут образовываться множество различных двух- и трехфазных структур промежуточного типа, например, псевдокоагуляционные структуры, структуры смешанного типа – коагуляционно-кристаллизационные, конденсационные.

Согласно [13], при положительных температурах для литых и пластичных асфальтобетонов, наиболее типична коагуляционная структура, для жестких – конденсационная. В области достаточно низких отрицательных температур почти для всех асфальтобетонов характерна кристаллизационная или конденсационно-кристаллизационная структура.

Вид асфальтобетона определяется структурой минерального остова, структурой битума, особенностями взаимодействия минеральных материалов с битумом, плотностью асфальтобетона и особенностями его капиллярно-поровой структуры [4, 12]. При этом под структурой минерального остова понимается размер, форма, характер поверхности и относительное расположение минеральных частиц, под структурой битума – особенности его распределения в асфальтобетоне (соотношение содержания свободного и адсорбированного битума) и сам характер строения пленок битума на поверхности минеральных зерен.

Микроструктуру образует асфальтовяжущее вещество – бинарная система, состоящая из смеси битума и минерального порошка [15]. Макроструктура формируется заполнителем – зернами песка, щебня (гравия) – зависит от их размера, формы и относительного расположения в пространстве [6].

По мнению профессора Я.Н. Ковалева [6] элементы структурных уровней различаются, прежде всего, размерами. Элементами структуры макроуровня (от 10^{-1} до 10^{-3} м) являются заполнители (щебень, гравий, песок) и отрезки волокнистой макроарматуры, различимые невооруженным глазом. Для изучения поверхности и формы указанных элементов используется обычный оптический микроскоп.

Согласно классификации коллоидной химии, к структурам микроуровня (от 10^{-3} до 10^{-5} м) относятся тонкодисперсные системы. Элементами таких структур являются зерна минерального порошка и частицы микроарматуры, которые изучают методами дисперсного анализа (размеры частиц, удельная поверхность), а

также с помощью оптического микро-скопа. Элементы микроуровневых структур входят в состав асфальтовяжущего вещества и определяют в значительной мере адгезионную и когезионную прочность его структуры.

Элементами структур субмикроуровня ($10^{-5} - 10^{-7}$ м) являются частицы глины, входящие в сольватную оболочку песков или находящиеся в свободном состоянии, тонкодисперсные частицы минеральных добавок (в виде минерального порошка), пылевидные вещества (угольная, циклонная пыль и т.п.).

Высокодисперсные системы относятся к структурам мезоуровня (от 10^{-7} до 10^{-10} м). Это коллоидные частицы очень тонкой фракции минерального порошка, различные ПАВ, а главным образом молекулы высокомолекулярных соединений, из которых состоят полимерные добавки и органические вяжущие вещества (гудрон, битум, деготь, смолы и др.).

К элементам мезоуровневых структур можно отнести атомно-кристаллические решетки, образуемые, например, кремнеземом, и различные их дефекты. Надо отметить, что до сих пор элементы этого структурного уровня применительно к органическим вяжущим материалам слабо изучены, хотя как показано в [6], силы, действующие между частицами асфальтобетона, играют важную роль в обеспечении общей прочности его структуры.

Элементами структур атомно-электронного уровня (10^{-10} и менее) являются атомы, молекулы неорганических и органических соединений, образующие все частицы вышележащих уровней структурной иерархии.

Поскольку размеры и строение элементов рассмотренных структурных уровней существенно различаются, наиболее реально и эффективно воздействовать на каждый из них в отдельности: например, разрабатывать специальные технологии для активации песка (макроуровень), минерального порошка (микроуровень) и органических вяжущих веществ (мезоуровень) [6].

Структура асфальтобетона характеризуется совокупностью особенностей его строения, определяемой содержанием и качеством минеральных и органических составляющих смеси, относительным пространственным расположением зерен минеральной части в монолите (координатами x_i, y_i, z_i) и характером энергетической связи (E_i) между ними и вяжущим веществом. Изменение соотношения компонентов (составов) и их

качественного состояния в контактных (межфазных) слоях приводит к изменению структурных асфальтобетона и его физико-механических характеристик.

Свойства асфальтобетона как многокомпонентного строительного материала зависят от его состава, структуры, температуры и времени действия нагрузки.

Структура асфальтобетона определяется количеством и качеством минеральных составляющих, их взаимным расположением и характером связей между ними.

В щебенистом асфальтобетоне щебень образует структурный остов (макроструктуру) или каркас, который воспринимает внешние механические воздействия, например, транспортных средств.

Чем больше щебня в смеси, тем выше внутреннее трение, больше прочность и сдвигустойчивость асфальтобетона. Его содержание также определяет шероховатость поверхностного слоя асфальтобетона и коэффициент сцепления с колесами транспортных средств. Плотность минерального остова достигается подбором смеси из щебня, песка и минерального порошка за счет упаковки минеральных частиц различного размера.

Песчаная составляющая бетона (зерна размером от 0,14 мм до 5 мм) в смеси с минеральным порошком и битумом образует асфальтовый раствор, структура которого (мезоструктура) по аналогии с макроструктурой зависит от количества и качества песка. Использование песка с неокатанными, угловатыми зернами увеличивает жесткость асфальтобетонных смесей.

Смесь минерального порошка и битума образует асфальтовязующее вещество (АВВ), которое обладает коагуляционной тиксотропной микроструктурой [13]. В зависимости от температуры АВВ приобретает различное состояние от упруго-хрупкого при низких температурах, упруго-пластичного при умеренных положительных до вязко-пластичного при высоких положительных температурах.

Большую роль имеет соотношение битума и минерального порошка.

От структурного состояния асфальтовязующего в значительной мере зависят основные свойства асфальтобетона. При этом, чем

больше (до оптимума) щебня в смеси, тем жестче асфальтобетонная смесь. Чем тоньше пленка асфальтовяжущего на поверхности зерен щебня и песка, тем меньше отражается на свойствах асфальтобетона изменение состояния микроструктуры асфальтовяжущего.

При изменении температуры механические свойства асфальтобетона существенно меняются. В зависимости от условий эксплуатации предел прочности при сжатии щебенистого асфальтобетона при низких отрицательных температурах достигает 15 - 20 МПа и выше, а при высоких летних (например, +50°C) снижается до 1,0 - 1,5 МПа.

Аддитивные свойства асфальтобетонных смесей и асфальтобетонов определяются макро- и мезо-, и, в особенности, микроструктурой. Следовательно, создание оптимальных условий для формирования микроструктурных контактных связей может в значительной мере способствовать образованию материалов с высокими эксплуатационными показателями.

Основное требование, предъявляемое к любым материалам: они должны обладать высокими структурно-механическими характеристиками, определяющими их долговечность и надежную работу в инженерной конструкции. Это может быть достигнуто при максимально возможном приближении их прочности к прочности бездефектного тела [10, 11].

По мнению профессора С.В. Шестоперова свойства материала, в том числе и структурно-механические, должны соответствовать условиям его работы в сооружении или конструкции [17]. При этом эксплуатационные воздействия вызывают необратимые изменения в структуре асфальтовых бетонов [8]. Это в свою очередь вызывает изменение показателей строительно-технических и структурно-механических свойств материала. Эти изменения и их динамика могут оцениваться как по изменению стандартных показателей физико-механических свойств асфальтобетона, так и по нестандартным параметрам. Структурные изменения после воздействия попеременного замораживания и оттаивания, химически агрессивной среды целесообразно оценивать по изменению поверхностной прочности и по структурно-механическим параметрам асфальтового бетона.

Как уже неоднократно отмечалось полученные результаты необходимо обрабатывать статистически с использованием специальных алгоритмов и программ на ЭВМ для оценки точности и воспроизводимости, полученных в процессе эксперимента результатов и возможности статистического прогноза возможных дальнейших изменений.

10.2. Изменение физико-механических свойств асфальтобетона под действием природно-климатических факторов в присутствии химически агрессивных растворов

Для сравнительного анализа разрушения структуры асфальтобетона, оценивалось длительное водопоглощение и морозостойкость, изменение предела прочности при сжатии при различных температурах [1, 16]. Оценка проводилась на асфальтобетонных смесях различных типов и видов:

- серия 1 – мелкозернистый асфальтобетон типа Б марки I на гранитном щебне;
- серия 2 – мелкозернистый асфальтобетон типа Б марки I на известняковом щебне;
- серия 3 – песчаный асфальтобетон типа Д марки II.

Были получены результаты определения строительно-технических свойств представленных смесей при трех видах химического воздействия на асфальтобетон [16]:

- при испытаниях в пресной воде;
- при испытаниях в 5 %-ом водном растворе хлористого натрия;
- то же в 5 %-ом водном растворе нитрата кальция, магния и мочевины (НКММ).

Все указанные агрессивные химические воздействия, как правило, вызывают снижение всех оцениваемых механических показателей и увеличение пористости. Это и ранее отмечалось рядом авторов [9, 14] при испытании различных составов асфальтобетона в растворах хлоридов.

При длительном воздействии воды на асфальтовый бетон происходит увеличение остаточной пористости, водопоглощения (открытой пористости), снижение прочности и всех структурно-механических показателей. По сравнению с водопоглощением в

пресной воде более интенсивно эти изменения протекают при водопоглощении в растворе хлорида натрия и еще более интенсивно в растворе нитрата кальция. Динамика этих изменений

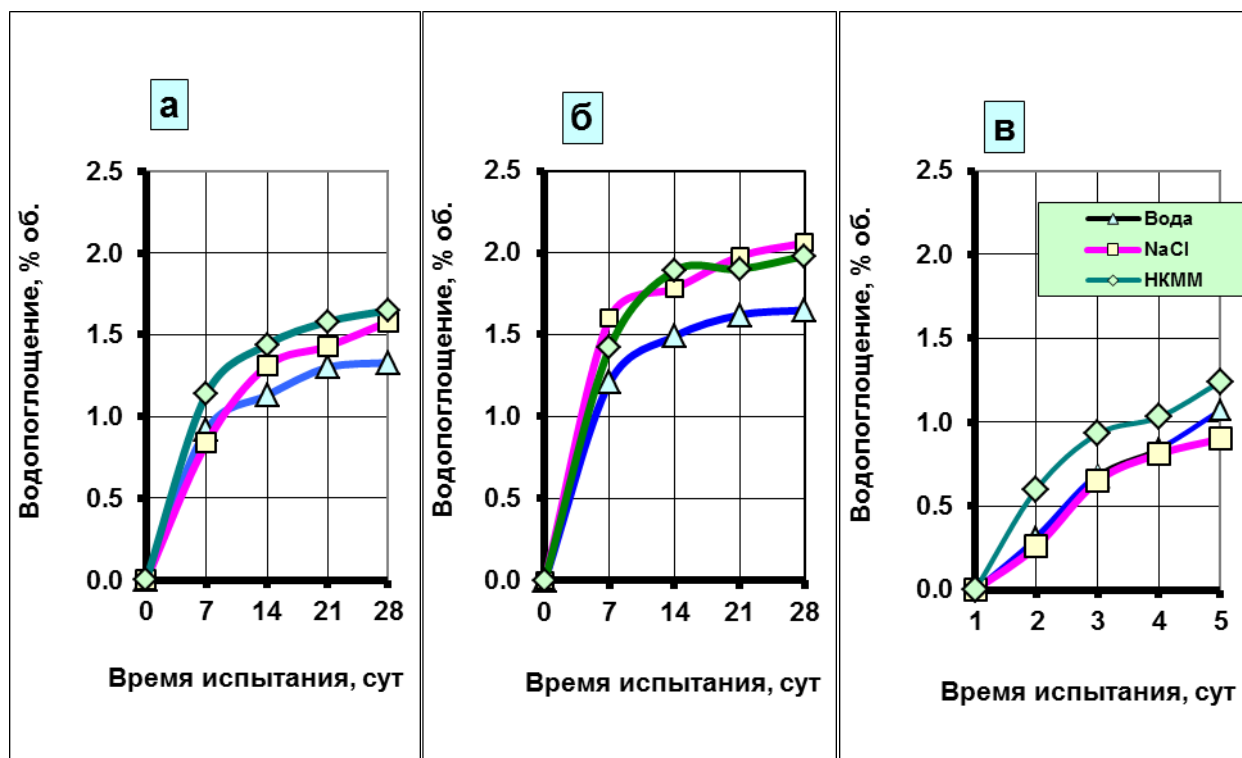


Рисунок 2 - Водопоглощение асфальтобетона в агрессивных средах:

а - асфальтобетон серии 1, б - асфальтобетон серии 2, в - асфальтобетон серии 3

не одинакова у различных составов асфальтобетонных смесей (Рисунок 2). В различных агрессивных растворах щебенистые и песчаный асфальтобетоны ведут себя по разному (серии 1, 2, 3 в работе [16].) Так в воде и в 5 % растворе NaCl всех сравниваемых щебенистых составов водопоглощение увеличивается примерно одинаково до значений 5,5 % (т.е. в 2,5 раза от начального значения). Более интенсивно пористость увеличивается в 5 % растворе НКММ и у песчаного асфальтобетона достигает величины 6,2% (в 3,6 раза от первоначального).

Показатель водопоглощения, определенный по стандартной методике [21], также увеличивается (Рисунок 3). Максимальное значение получено у мелкозернистого асфальтобетона серии № 2 на известняковом щебне и достигло 2,1% в 5% растворе НКММ (Рисунок 3в). Это еще раз подтверждает вывод о том, что более агрессивной для асфальтобетона является нитратная среда.

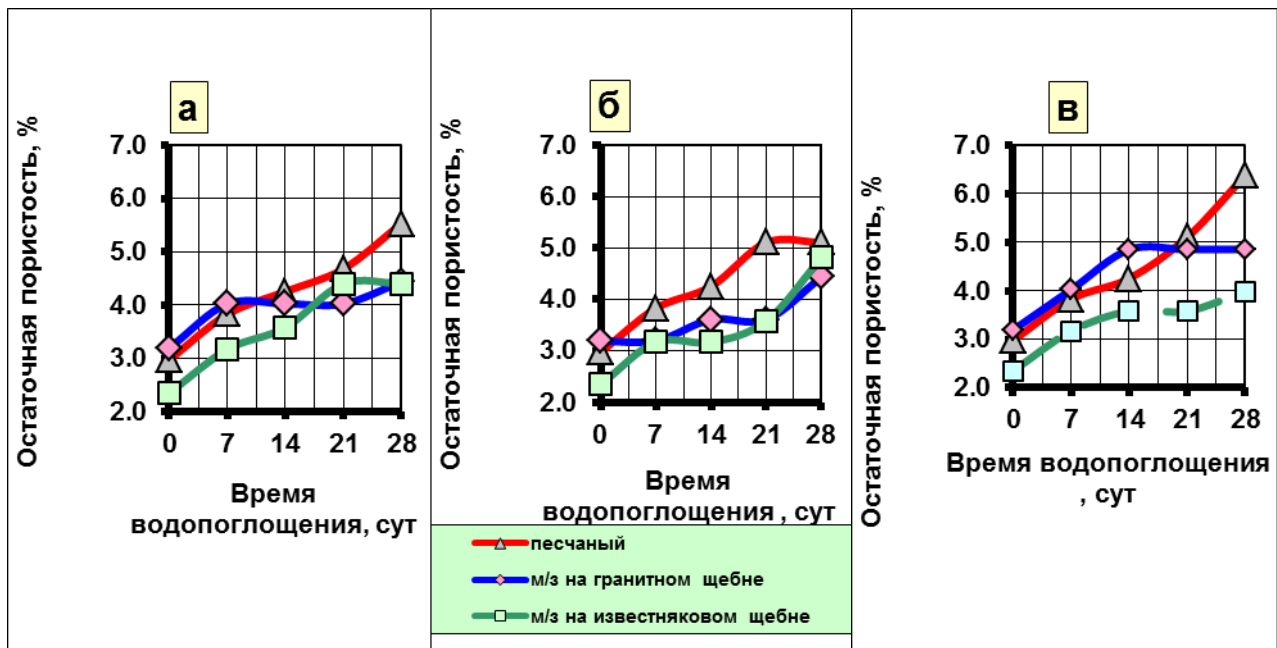


Рисунок 3 - Изменение остаточной пористости асфальтобетона после водопоглощения
а - в воде, б - в растворе NaCl, в - в растворе НКММ

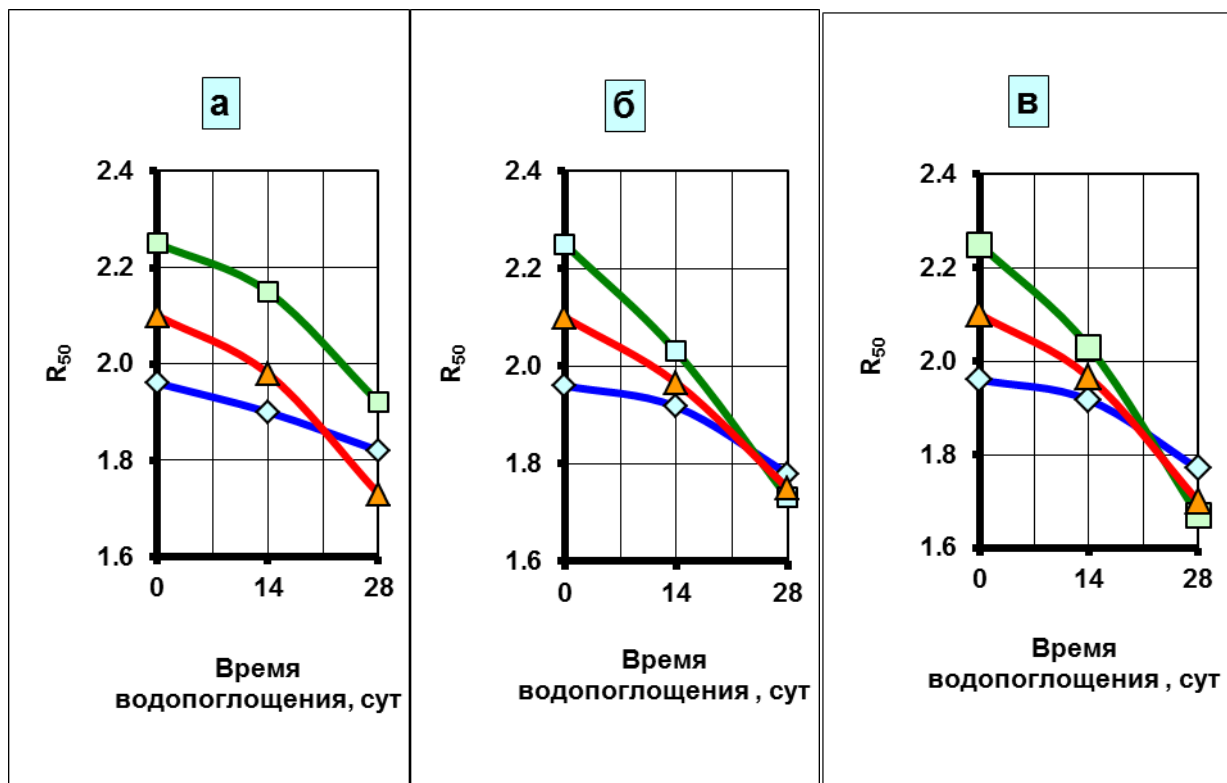


Рисунок 4 - Изменение прочности асфальтобетона при 50°C после водопоглощения: а - серии 1, б - серии 2, в - серии 3

Изменения механических показателей оценивалось по значениям предела прочности при сжатии при разных температурах – 50°С, 20°С и 0°С.

При положительных температурах прочности всех оцениваемых серий образцов снижается в среднем на 20 - 30%. На Рисунке 4 видно, что более интенсивно это происходит в растворе нитрата кальция (коэффициент длительной водостойкости на 28 суток составил 0,70 - 0,75).

Иная тенденция наблюдается при испытаниях при нулевой температуре. В начальный период, примерно до 10 - 18 суток водопоглощения предел прочности при 0°С растет на 10-15%, причем интенсивнее в воде, а затем уменьшается примерно до исходных значений. Это видимо, связано с увеличением жесткости битума контактной зоне без заметного разрушения микроконтактной структуры асфальтобетона при этом температурном режиме испытания. Можно предположить, что в процессе водопоглощения и определения механических свойств при температуре испытания 0°С, контактный (пленочный) и объемный битум в асфальтовом бетоне сохраняет еще достаточно пластических свойств.

10.3. Влияние попеременного замораживания и оттаивания в агрессивных растворах на изменение физико-механических свойств асфальтобетона

Доказано [8, 16], что совместное действие попеременного замораживания-оттаивания в присутствии химически агрессивной среды ускоряет деструктивные процессы, происходящие в асфальтобетоне. Процессы увеличения пористости и снижения прочности протекают динамичнее. Это хорошо прослеживается на Рисунке 5. Увеличение остаточной пористости разных асфальтобетонов в разных агрессивных средах достигает значений 5 - 8%. Максимальную остаточную пористость показали составы асфальтобетонных смесей серии № 2 и 3. Это объясняется тем, что после нарушения сплошности пленки битума агрессивная среда начинает химически взаимодействовать с тонко- и грубодисперсными каркасными частицами минеральной части асфальтобетонных смесей (известняковый щебень в составе № 2, известняковый минеральный порошок). Растворимые продукты химических реакций агрессивного раствора с карбонатом кальция

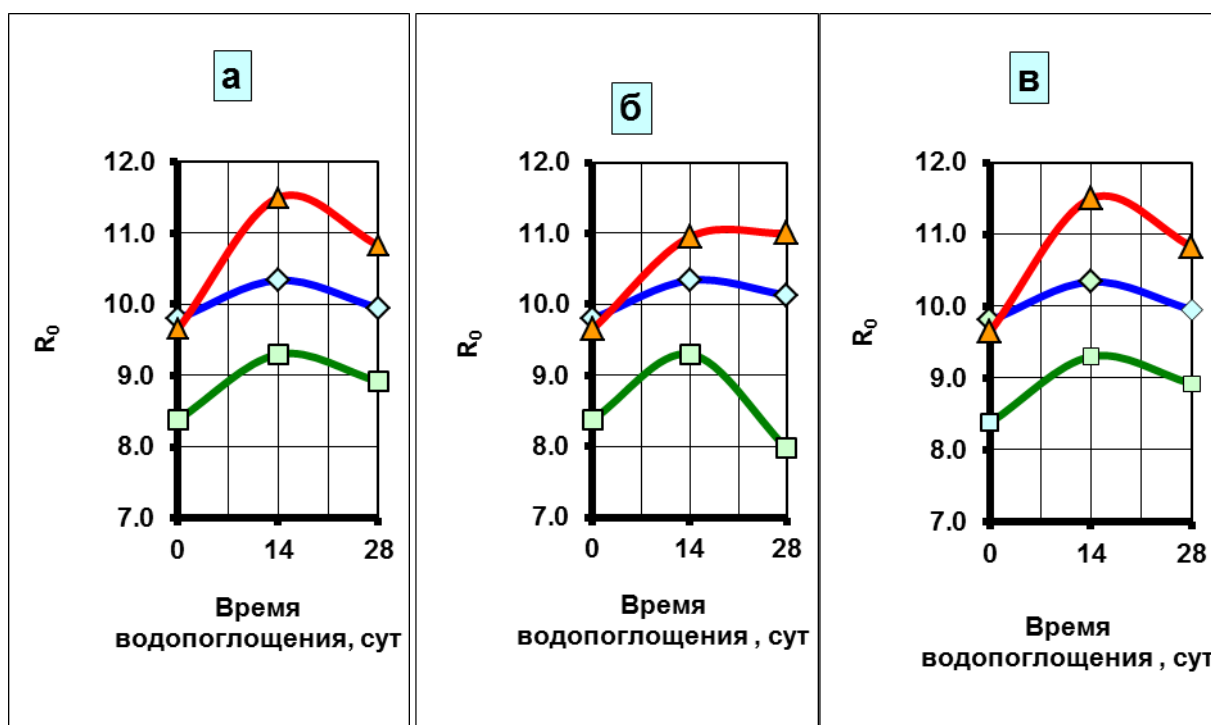


Рисунок 5 - Изменение прочности асфальтобетона при 0°C после водопоглощения: а - серии 1, б - серии 2, в - серии 3

вымываются из структуры (макро- и микро-) асфальтобетона, что способствует снижению плотности и, соответственно, увеличению остаточной пористости.

Факт разрушения структуры асфальтобетона подтверждается и увеличением открытой пористости материала – показатель водонасыщения растет. Увеличение водонасыщения тем больше, чем больше щебня в составе асфальтобетона. Это вызвано увеличением остаточной пористости и только подтверждает вышеизложенные выводы. Данные о росте водонасыщения приведены в Таблице 1.

С увеличением пористости происходит разрушение структуры материала. Это проявляется в образовании каверн, отслаивании пленки битума с поверхности каменного материала, что наблюдается даже при визуальном осмотре испытываемых образцов.

При этом происходит и потеря прочности. Так предел прочности при сжатии после первых 50 циклов попеременного замораживания-оттаивания снижается на относительно незначительную величину (до 5 - 10 %), а при дальнейшем испытании на морозостойкость происходит более заметное

Таблица 1 - Водонасыщение асфальтобетона после попеременного замораживания-оттаивания

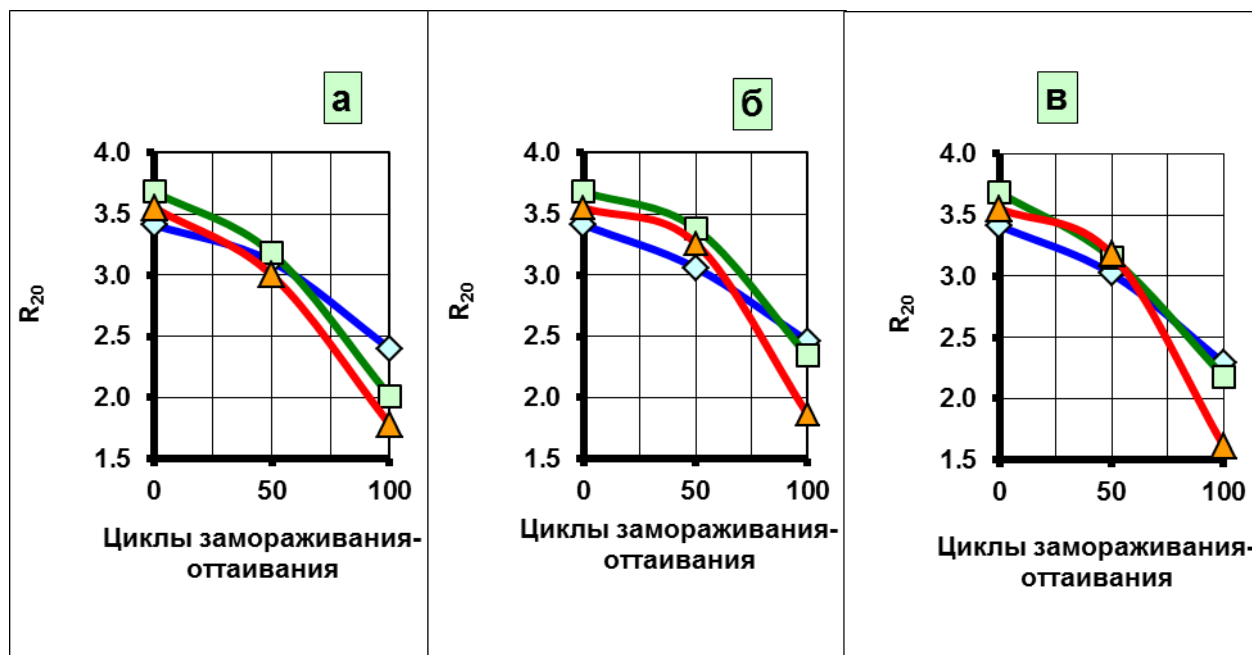
Состав асфальтобетона	Агрессивная среда	Водонасыщение асфальтобетона (% об.) после попеременного замораживания – оттаивания (циклы)		
		0	50	100
Серии 1	вода	1,94	2,29	2,77
	NaCl	1,94	2,63	2,86
	НКММ	1,94	2,70	4,00
Серии 2	вода	2,02	3,55	4,95
	NaCl	2,02	4,04	5,55
	НКММ	2,02	4,70	6,14
Серии 3	вода	1,54	2,60	3,08
	NaCl	1,54	2,01	2,96
	НКММ	1,54	2,87	3,25

снижение механических характеристик (до 40 - 50 %). Это хорошо видно на Рисунке 5. Незначительное снижение прочности на первых этапах объясняет описанный ранее механизм, о том, что начальный период испытания на морозостойкость структурные разрушения материала происходят в основном в поверхностном слое, а в дальнейшем с увеличением числа циклов попеременного замораживания и оттаивания происходят более глубокие необратимые деструктивные изменения в испытываемых образцах. Их позволяют количественно оценить стандартные методы, которые характеризуют в первую очередь объемные свойства всего образца из асфальтового бетона.

Максимальное снижение прочности при положительных температурах наблюдается у асфальтобетонов серий 2 и 3, т.е. у асфальтобетонов с большим содержанием карбоната кальция (в частицах щебня и минерального порошка). Это свидетельствует о том, что эта горная порода при попеременном замораживании-оттаивании в присутствии противогололедных реагентов после разрушения пленки битума активно химически взаимодействует с агрессивной средой, после чего растворимые продукты этих реакций легко вымываются из макро- и микроструктуры асфальтобетона. Это почти вдвое снижает прочность материала.

Наиболее агрессивной по отношению к асфальтовому бетону с химической точки зрения является 5%-ный раствор нитрат кальция - нитрата магния (мочевины). Это подтверждает выводы, сформулированные ранее.

При отрицательных температурах испытания наименее стойким при испытании на морозостойкость в агрессивных растворах (Рисунок 6) оказался мелкозернистый асфальтобетон на известняковом щебне (серия 2). Можно предположить, что после



**Рисунок 6 - Изменение прочности асфальтобетона при 0°С после попеременного замораживания-оттаивания:
а - серии 1, б - серии 2, в - серии 3.**

разрушения битумной пленки (микрoкoнтaктнoй структуры) в известнякoвый щебeнь агрессивный рaствoр прoникaет нa бoльшyю глyбинy, и прoцeссy рaзрушeния мaкрoстрoктyры прoтeкaют быстрee.

10.4. Динамика изменения поверхностной прочности асфальтобетонных образцов в растворах противогололедных реагентов

Выше показано, что агрессивная среда воздействует в первую очередь на поверхностный слой асфальтобетона. Именно он подвержен более интенсивному разрушению в первую очередь, и именно в нем в большей степени проявляются те деструктивные процессы разрушения структуры материала, о которых было сказано выше. Существующие стандартизированные методы оценки отражают изменения физико-механических свойств асфальтобетона во всем объеме испытываемого асфальтобетонного образца.

Для определения свойств асфальтобетона после воздействия противогололедных реагентов в поверхностном слое О.А. Швагиревой [16] предложен неразрушающий метод ударно-импульсного действия.

После 28-ми суточного водопоглощения поверхностная прочность асфальтобетона снизилась на 30 - 40 % (Рисунок 7). Это выше снижения стандартной прочности, которое произошло после аналогичного воздействия за то же время водопоглощения.

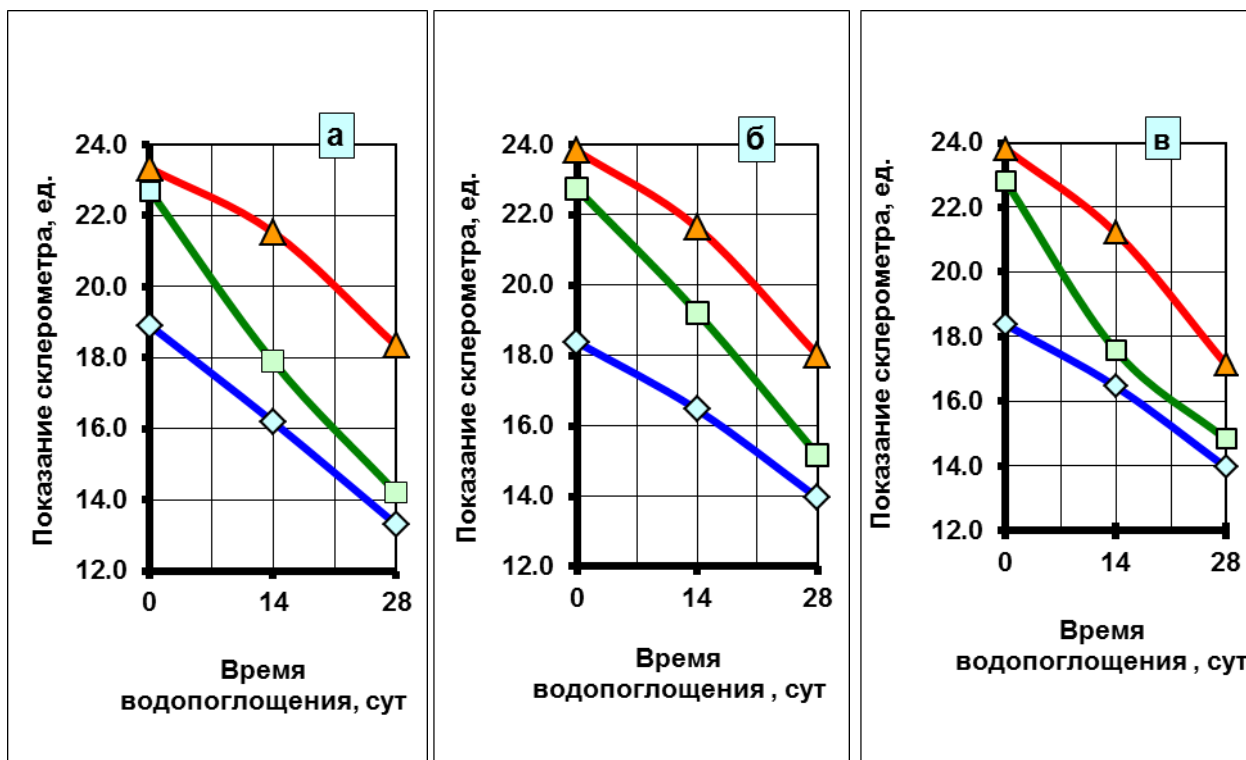


Рисунок 7 - Изменение прочности в поверхностном слое асфальтобетонных образцов при 20 °С после водопоглощения:

а - серии 1, б - серии 2, в - серии 3

Процесс уменьшения прочности протекает динамичнее в воде (до 40 %), чем в растворах хлорида натрия (до 30 %) и нитрата кальция (до 35 %). Менее стойким к воздействию агрессивной среды является асфальтобетон серии № 2.

При одновременном действии агрессивной среды и попеременного замораживания и оттаивания динамика деструктивных процессов усиливается.

Наиболее агрессивной является нитратная среда, а наименее стойким материалом - является мелкозернистый асфальтобетон на известняковом щебне. Это еще раз подтверждает рассмотренный выше механизм разрушения структуры материала. Как уже

отмечено, агрессивная среда воздействует в первую очередь на пленку битума и, только частично разрушив ее, начинает взаимодействовать с каменным материалом различной дисперсности. Известняковый щебень компонент менее стойкий по отношению к агрессивной среде (особенно нитратной), чем гранитный щебень. Карбонат кальция грубо и тонкодисперсного заполнителя минеральной части асфальтобетона вступает в химическую реакцию с агрессивной средой, результатом которой является вымывание растворимых продуктов этой реакции. Как следствие это приводит к снижению прочности образцов серии №№ 2, 3.

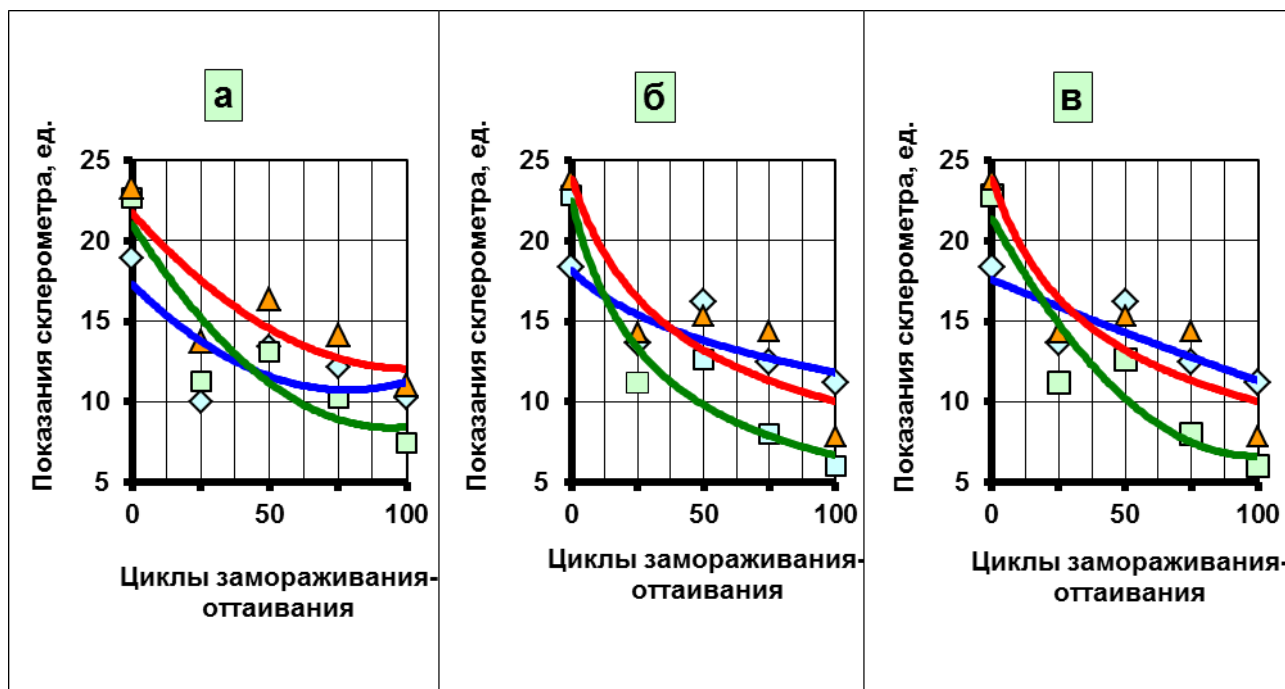
Наиболее стойким к воздействию агрессивной среды является мелкозернистый асфальтобетон на гранитном щебне – серия № 1 (снижение прочности в поверхностном слое после 100 циклов замораживания-оттаивания в различных средах не превышает 25 %). Основные горные породы обладают меньшей прочностью, большей пористостью. Серии образцов №№ 2, 3 обладают меньшей стойкостью к химическому воздействию противогололедных реагентов. Поверхностная прочность у них снижается до 55 % от начального значения (Рисунок 8).

Полученные экспериментальные результаты позволяют объяснить механизм и характер разрушения структуры асфальтобетона и его компонентов при взаимодействии с химически агрессивными реагентами в процессе эксплуатации.

Агрессивные реагенты воздействуют как на каждый компонент асфальтобетона в отдельности, так и на асфальтобетон в целом. Разрушение структуры асфальтобетона при этом протекает в два этапа.

Первый этап деструктивных процессов связан с необратимыми изменениями в групповом и химическом составе битума, происходящими под действием окислительных процессов, сходными по природе и механизму с его старением, вызываемых гидропероксид-радикал $\cdot\text{OON}$, который образуется из воды под действием света и растворенного в воде кислорода. Это приводит к появлению ионогенных групп и увеличению количества полярных групп, улучшению смачивания и увеличению растворимости компонентов битума, которые в дальнейшем вымываются из структуры битума и асфальтобетона. Эти процессы сопровождается

ростом пористости и связаны с последующим взаимодействием поверхности минеральных наполнителей и агрессивного раствора.



**Рисунок 8 - Изменение прочности в поверхностном слое асфальтобетонных образцов при 20 °С после попеременного замораживания-оттаивания:
а - серии 1, б - серии 2, в - серии 3**

Реакции между химическими реагентами и компонентами битума могут протекать под действием тепла, ультрафиолета, механических напряжений (последние могут уменьшать энергию активации). Чаще всего это окислительно-восстановительные реакции.

Окислительно-восстановительный потенциал нитратов сопоставим с потенциалом растворенного в воде кислорода, т.е. при использовании в противогололедных реагентах нитратов скорость изменения группового состава битума возрастает. Кроме того соли, (в том числе, все используемые в противогололедных реагентах) катализируют основные реакции окисления компонентов битума гидропероксид-радикалами.

Хлориды также способствует введению в молекулы битума полярных групп и повышению их растворимости.

Неионогенные компоненты агрессивной среды также могут встраиваться в молекулы битума и повышать их полярность, например, мочевины.

Все это приводит в дальнейшем к разрушению структуры (и в первую очередь микроструктуры) асфальтобетона, так как полярные и растворимые вещества в свою очередь способны взаимодействовать с минеральными наполнителями.

Второй этап разрушения структуры асфальтобетона связан с химическим взаимодействием противогололедных реагентов и их растворов с минеральными наполнителями. В первую очередь это связано с наличием в составе асфальтового бетона тонкодисперсного известнякового минерального порошка, который имеет развитую удельную поверхность и определяет структуру и свойства асфальтовязущего вещества. Аналогичные процессы могут протекать так же и с крупным заполнителем, способным по своему химическому и минералогическому составу реагировать в соответствующим агрессивным раствором.

В результате этого взаимодействия протекают реакции обмена с образованием легко растворимых продуктов реакции с последующим их вымыванием. Это в процессе эксплуатации материала в дорожном покрытии приводит к разрушению макро- и микроструктуры асфальтобетона.

Различные химические воздействия разрушают структуру асфальтобетона по-разному. Например, при окислительном воздействии нитратной среде динамика деструктивных процессов выше чем, в хлоридной или нейтральной. На асфальтобетоне с повышенным содержанием тонко- и грубодисперсных в минеральных компонентах карбоната кальция эти процессы протекают еще динамичнее.

Анализ изменения структурно-механических свойств дают основание утверждать, что химические воздействия непосредственно на границу раздела фаз высококонцентрированной дисперсной системы (асфальтобетона) - битум - минеральные частицы приводят к нарушению контактного взаимодействия и уменьшению числа действующих элементарных связей в микроструктуре материала. Последующее вымывание из структурных элементов водорастворимых соединений также уменьшает количество элементарных контактов в единице объема, разрушая микроструктуру асфальтобетона (в первую очередь асфальтовязущего вещества), снижая среднюю прочность единичного контакта и как следствие - объемную (аддитивную) прочность всей дисперсной структуры.

В заключении необходимо отметить, что при проектировании составов асфальтобетонных смесей, свойства которых отвечают условиям их работы в конструктивных слоях дорожной одежды необходимо учитывать, что:

- Воздействие химически агрессивной среды вызывает необратимые изменения в структуре асфальтобетона. Уменьшается среднее количество элементарных контактов в единице объема и средняя прочность единичного контакта.
- При агрессивном воздействии противогололедных реагентов снижаются структурно-механические свойства асфальтобетона. Увеличивается пористость, снижается прочность. Наблюдается шелушение и выкрашивание поверхности асфальтобетона.
- Наиболее агрессивной по отношению к асфальтобетону с химической точки зрения является нитратная среда.
- Асфальтобетон с большим содержанием карбоната кальция в грубо- и тонкодисперсных компонентах смеси разрушается быстрее, т.к. он после нарушения сплошности битумной пленки и разрушения части элементарных контактов вступает в обменную химическую реакцию с агрессивным раствором реагентами, а растворимые продукты реакции после чего легко вымываются из структуры материала.
- Деструктивные процессы в поверхностном слое материала протекают динамичнее, чем во всем объеме материала.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ И РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ (ГЛАВА 1-3)

1. *Б. Л. Гарт.* Стратегия не прямых действий. ЭКСМО, Москва. МИДГАРД, С-Петербург. 2008 г.
2. *Писаревский Б.М., Харин В.Т.* Беседы о математике и математиках, Изд. «Нефть и газ», М., 1998 г.
3. *Азгальдов Г.Г. и др.* Что такое качество? М.: Экономика, 1968.
4. *Аристотель.* Категории / Аристотель. Этика. Политика. Риторика. Поэтика. Категории. Минск: Литература, 1998.
5. *Аристотель.* Метафизика. Ростов н/Д.: Феникс, 1999.
6. *Бойцова Б.В., Крянева Ю.В.* Антология русского качества. 3-е изд., доп. М.: РИА «Стандарты и качество», 2000.
7. *Вейцман Э. М.* Универсальный критерий качества // Стандарты и качество. 2001. № 11.
8. *Гегель Г.В.Ф.* Наука логики: В 3 т. М.: Мысль, 1970.
9. *Гличев А.В.* Основы управления качеством продукции. М.: РИА «Стандарты и качество», 2001.
10. *Гоберман Л.А.* Концептуальные и методологические аспекты проблемы качества // Качество: теория и практика. 1998. № 1—2.
11. ГОСТ Р ИСО 9000: 2001. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. М.: Изд-во Госстандарта, 2001.
12. *Демин У.Э.* Выход из кризиса. Тверь: Альба, 1994
13. *Исикава К.* Японские методы управления качеством: сокр. пер. с англ. / К. Исикава. М.: Экономика, 1988.
14. *Карсавин Л.Г.* Философия истории. СПб.: Комплект, 1993.
15. *Колесников А.М.* Экономика качества продукции: учеб. пособие. Саранск: Изд-во Саратовск. ун-та, 1990.
16. *Крянев Ю.В.* Образ качества // Стандарты и качество. 1997. № 4
17. *Мазур И.И.* Управление качеством: учеб. пособие / под ред. И.И. Мазура. М.: Высшая школа, 2003.
18. Международные стандарты. Управление качеством продукции. ИСО 9000: 2004. М.: Издательство стандартов, 1989.

19. *Ожегов СИ.* Словарь русского языка. М.: Советская-Энцикло-педия, 1975.
20. *Розенталя М., Юдина Б.* Краткий философский словарь. М.: Политиздат, 1954.
21. *Салимова Т.А.* Диверсификация управления качеством. Саранск: Изд-во Мордовск. ун-та, 2002.
22. *Салимова Т.А.* История управления качеством: учеб. пособие. М.: КНОРУС, 2005.
23. *Соловьев В.С.* Соч.: В 2 т. М.: Мысль, 1988.
24. *Татарский Ф.* Стандарты Госстандарта // Химия и жизнь. 1989. №10
25. *Фейгенбаум А.* Контроль качества продукции. М.: Экономика, 1986.
26. *Философия качества по Тагути.* М.: НТК «Трек», 1997.
27. *Энгельс Ф.* Диалектика// Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд. Т. 20.
28. *Evans J.R.* The Management and Control of Quality. 4-th ed. South Wfestern College Publishing, 1999.
29. *ГличевА.В.* Основы управления качеством продукции. М.: РИА «Стандарты и качество», 2001.
30. *Деминг У.Э.* Выход из кризиса. Тверь: Альба, 1994.
31. *Исикава К.* Японские методы управления качеством: сокр. пер. с англ. / К. Исикава. М.: Экономика, 1988.
32. *Колесников А.М.* Экономика качества продукции: учеб. пособие. Саранск: Изд-во Саратовск. ун-та, 1990.
33. *Мазур И.И.* Управление качеством: учеб. пособие / под ред. И.И. Мазура. М.: Высшая школа, 2003.
34. *Международные стандарты. Управление качеством продукции. ИСО 9000: 2004.* М.: Издательство стандартов, 1989.
35. *Салимова Т.А.* Диверсификация управления качеством. Саранск: Изд-во Мордовск. ун-та, 2002.
36. *Салимова Т.А.* История управления качеством: учеб. пособие. М.: КНОРУС, 2005.
37. *Татарский Ф.* Стандарты Госстандарта // Химия и жизнь. 1989. №10.
38. *Фейгенбаум А.* Контроль качества продукции. М.: Экономика, 1986.

Дополнительные материалы

1. *Глудкин О. П., Горбунов Н. М., Гуров А. И., Зорин Ю. В.* Всеобщее управление качеством. – М.: Радио и связь, 1999. – 600 с., с. 322–362.
2. *Круглов М. Г., Шишков Г. М.* Управление качеством: учеб. пособие. – М.: МГТУ «Станкин», 1999. – 234 с., с. 6–12.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ И РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ (ГЛАВА 4)

1. *Ивченко Г.И., Каштанов В.А., Коваленко И.Н.* Теория массового обслуживания / Рецензенты: кафедра математической статистики, теории надёжности и массового обслуживания факультета прикладной математики — процессов управления ЛГУ им. А.А. Жданова и д.т. н., профессор Р.Я. Судаков — Учебное пособие для вузов. — М.: Высшая школа, 1982.
2. *Таранцев А.А.* Инженерные методы теории массового обслуживания. СПб.: Наука. 2007.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ И РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ (ГЛАВА 5)

1. *Аскинази Б.М.* Упрочнение и восстановление деталей электромеханической обработкой. – М.: Машиностроение, 1989. – 200 с.
2. *Базров Б. М.* Модульная технология в машиностроении. – М.: Машиностроение, 2001. 368 с.
3. *Бакли Д.* Поверхностные явления при адгезии и фрикционном взаимодействии. – М.: Машиностроение, 1986. – 360 с.
4. *Баранчиков В.И. и др.* Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник / В.И. Баранчиков, А.В. Жаринов, Н.Д. Юдина и др. – М.: Машиностроение, 1990. 400 с.
5. *Бочко А.В. и др.* – Киев: Наук. думка, 1991. – 288 с.
6. *Ионная имплантация / Под ред. Дж. К. М. Хирвонена.* – М.: Металлургия, 1985. – 391 с.
7. *Гаркунов Д.Н.* Триботехника (износ и безызносность). – М.: Изд-во МСХА, 2001. – 616 с.
8. *Гдалевич А.И.* Финишная обработка лепестковыми кругами.

- М.: Машиностроение, 1990. – 112 с.
9. *Горячева И.Г., Добычин М.Н.* Контактные задачи в трибологии. – М.: Машиностроение, 1988. – 256 с.
 10. *Григорьянц А.Г.* Основы лазерной обработки материалов. – М.: Машиностроение, 1989. – 304 с.
 11. *Гуревич Я.А. и др.* Режимы резания труднообрабатываемых материалов: Справочник / Я.А. Гуревич, М.В. Горохов, В.И. Захаров и др. – М.: Машиностроение, 1986. – 200 с.
 12. *Дальский А.М. и др.* Технологическая наследственность в машиностроительном производстве / А.М. Дальский, Б.М. Базров, А.С. Васильев и др.; Под ред. А.М. Дальского. – М.: Изд-во МАИ, 2000. – 364 с.
 13. *Дальский А.М., Суслов А.Г., Назаров Ю.Ф. и др.* Машиностроение. Энциклопедия. Т. III-3. Технология изготовления деталей машин /; Под общ. ред. А.Г. Суслова. – М.: Машиностроение, 2000. 840 с.
 14. *Джонсон К.* Механика контактного взаимодействия. – М.: Мир, 1989. 510 с.
 15. *Жель В.П. и др.* Режущие инструменты, оснащенные сверхтвердыми и керамическими материалами и их применение: Справочник / В.П. Жель, Г.В. Боровский, Я.А. Музыкант и др. – М.: Машиностроение, 1987. – 320 с.
 16. *Захаренко П.В. и др.* Технологические особенности механической обработки инструментом из поликристаллических сверхтвердых материалов / П.В. Захаренко, В.М. Волкогон, Карюк Г.Г. Высокопроизводительные инструменты из гексанитрида / Г.Г. Карюк, А.В. Бочко, О.И. Мойсеенко и др. – Киев: Наук. думка, 1986. – 136 с.
 17. *Клюев В.В., Болотин В.В., Соснин Ф.Р. и др.* Машиностроение. Энциклопедия. Т. IV-3. Надежность машин /; Под общ. ред. В.В. Клюева. – М.: Машиностроение, 1998. – 592 с.
 18. *Ковалев А.П., Кантор В.И., Можяев А.Б.* Экономическое обеспечение качества машин. – М.: Машиностроение, 1991. – 240 с.

19. *Коваленко В.С., Головки П.Ф., Черненко. В.С.* Упрочнение и легирование деталей машин лучом лазера. – Киев: Техника, 1990. – 192 с.
20. *Когаев В.П., Дроздов Ю.Н.* Прочность и износостойкость деталей машин. – М.: Высш. шк., 1991. – 319 с.
21. *Колесников К.С. и др.* Технологические основы обеспечения качества машин / К.С. Колесников, Г.Ф. Баландин, А.М. Дальский и др. – М.: Машиностроение, 1990. 256 с.
22. *Локтев В.Г.* Автоматизированный расчет режимов резания и норм времени. – М.: Машиностроение, 1990. –80 с.
23. *Макино Т. и др.* Контроль качества с помощью персональных компьютеров / Т. Макино, М. Охаси, Х. Докэ и др. – М. Машиностроение, 1991. – 224 с.
24. Надежность машиностроительной продукции: Практическое руководство по нормированию, подтверждению и обеспечению. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 328 с.
25. *Панов А.А. и др.* Обработка металлов резанием: Справочник технолога / А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др. – М.: Машиностроение, 1988.–736 с.
26. *Рыжов Э.В., Аверченков В. И.* Оптимизация технологических процессов механической обработки. – Киев: Наук. думка, 1989. – 192 с.
27. *Рыжов Э.В., Горленко О.А.* Математические методы в технологических исследованиях. – Киев: Наук. думка, 1990. – 184 с.
28. *Рыжов Э.В., Клименко С.А., Гуцаленко О.Г.* Технологическое обеспечение качества деталей с покрытиями. – Киев: Наук. думка, 1994. – 181 с.
29. *Рыкалин Н.Н. и др.* Лазерная и электронно-лучевая обработка материалов: Справочник / Н.Н. Рыкалин, А.А. Углов, И.В.Зуев и др. – М.: Машиностроение, 1985.- 496 с.
30. *Смелянский В.М.* Механика упрочнения деталей поверхностным пластическим деформированием. М.: Машиностроение, 2002. – 300 с.
31. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. / Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г. Сулова. – М.: Машиностроение-1, 2001. – Т.1. - 912с.; Т.2. – 905 с.
32. *Старков В.К.* Обработка резанием. Управление

- стабильностью и качеством в автоматизированном производстве. – М.: Машиностроение, 1989. – 296 с.
33. *Суслов А.Г. и др.* Качество машин: Справочник в 2 т. / А.Г. Суслов, Э.Д. Браун, Н.А. Виткевич. – М.: Машиностроение, 1995. – Т. 1. – 256 с.
34. *Суслов А.Г. и др.* Качество машин: Справочник в 2 т. / А.Г. Суслов, Ю.В. Гуляев, А.М. Дальский. – М.: Машиностроение, 1995. – Т. 2. – 430 с.
35. *Суслов А.Г.* Качество поверхностного слоя деталей машин. М.– Машиностроение, 2000. 320 с.
36. *Суслов А.Г., Дальский А.М.,* Научные основы технологии машиностроения. – М.: Машиностроение, 2002. – 684 с.
37. *Хубка В.* Теория технических систем. – М.: Мир, 1987. – 208 с.
38. *Чеповецкий И.Х. и др.* Триботехнология формирования поверхностей. – Киев: Наук. думка, 1989. – 232 с.
39. *Шнейдер Ю.Г.* Технология финишной обработки давлением: Справочник. СПб.: Политехника, 1998. 414 с.
40. *Шульц В.В.* Форма естественного износа деталей машин и инструмента. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1990.– 208 с.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ И РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ (ГЛАВА 6)

1. *Аванесов В.С.* От редактора //Педагогические измерения, 2004, №1. –С.3-7.
2. *Аванесов В.С.* Тесты: история и теория // Управление школой, 1999, №12.
3. *Аванесов В.С.* Форма тестовых заданий. -М.: Центр тестирования, 2005. -156 с.
4. *Анастаси А., Урбина С.* Психологическое тестирование. –Спб.: Питер, 2006. -688 с.
5. *Беспалько В.П.* Слагаемые педагогической технологии. -М., 1989.
6. *Вилфорд Д.* Современная типология педагогических тестов. Информационный бюллетень «Тесты в образовании», 1999, вып.1.
7. *Войтов А.Г.* Учебное тестирование для гуманитарных и экономических специальностей: Теория и практика. -2-е изд.,

- перераб. –М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2005. -402 с.
8. *Ингенкамп К.* Педагогическая диагностика. -М.: Педагогика, 1991. -240 с.
 9. *Кадневский В.М.* История тестов. Монография. –М.: Народное образование, 2004. -464 с.
 10. *Ким В.С.* Анализ результатов тестирования в процессе Rasch measurement //Педагогические измерения, №4, 2005. –С.39-45.
 11. *Ким В.С.* Компьютерная поддержка дисциплины “Общая электротехника” // Новые информационные технологии в педагогическом образовании. – тезисы докладов XII Республиканская научно-практическая конференция, 24-26 апреля, 1995, Магнитогорск -Магнитогорск, изд-во МГПИ, 1995, С.81-82.
 12. *Ким В.С.* Компьютерное тестирование, как элемент управления учебным процессом // Вестник МГОУ. Серия "Педагогика", 2007, том 2. -С. 94-98.
 13. *Ким В.С.* Развивающая функция тестовых заданий // Педагогические измерения, 2007, № 1. -С.77-84.
 14. *Ким В.С.* Формирователь бинарных и корреляционных матриц // Тезисы межвузовской научно-методической конференции “Наука и учебный процесс” 17-19 декабря,1996, Ч.2, - Владивосток, 1996. - С.95-96.
 15. *Кларин М.В.* Инновационные модели обучения в зарубежных педагогических поисках. -М.: Арена, 1994. - 223 с.
 16. *Колдаева В.Б., Колдаев В.М.* К вопросу о планировании занятий по теоретическим дисциплинам // Гуманитарные и социально- экономические аспекты обучения и воспитания кадров ВМФ. Сб.научных статей. Вып.3. – Владивосток, ТОВМИ, 2000.
 17. *Кречетников К.Г.* "Задания в тестовой форме и методика их разработки" (Уч.-метод. пособие). - Владивосток: ДВГУ, 2002. – 40 с.
 18. *Кречетников К.Г.* Проектирование креативной образовательной образовательной среды на основе информационных технологий в вузе. оногр. -М.: Изд-во Госкоорцентр, 2002. -296 с.
 19. *Кузовлева К.Т., Яхонтов С.В., Сиськов В.В.* Программа для обработки тестовых результатов в рамках классической теории

- тестов и Item Response Theory (IRT) // Тез.докладов Всерос. конф. «Развитие системы тестирования в России», 25-26 ноября 1999 г., ч.3, -М., 1999. –С.66-67.
20. *Майоров А.Н.* – Теория и практика создания тестов для системы образования. – М.: «Интеллект-центр», 2001. -296 с.
 21. *Майоров А.Н.* Тесты школьных достижений: конструирование, проведение, использование. Издание второе - СПб.:Образование и культура,1997.-304с.
 22. *Михайлычев Е.А.* Дидактическая тестология. -М.: Народное образование, 2001. -432 с.
 23. *Морев И. А.* Образовательные информационные технологии. Часть 2. Педагогические измерения: Учебное пособие. – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2004. -174 с.
 24. *Морев И.А.* Образовательные информационные технологии. Часть 4. Развивающий измерительный процесс в вузе. Монография. –Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2004. - 148 с.
 25. *Морев И.А.* Образовательные информационные технологии. Часть 5. Методическая система стимулирования обучаемости средствами дидактического тестирования. Монография. – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2004. -120 с.
 26. *Нардюжев В.И., Нардюжев И.В.* Модели и алгоритмы информационно-вычислительной системы компьютерного тестирования Монография –М.: Прометей, 2000 -148 с
 27. *Нейман Ю.М.* Об оценивании уровня подготовленности учащихся по результатам единого государственного экзамена. - М.: Poligraph, 2002. -30 с.
 28. *Нейман Ю.М., Хлебников В.А.* Введение в теорию моделирования и параметризации педагогических тестов. -М., 2000. - 168 с.
 29. *Нейман Ю.М., Хлебников В.А.* Педагогическое тестирование как измерение. – Москва, Центр тестирования МО РФ, 2002. - 67 с.
 30. *Орлов А.И.* Статистика объектов нечисловой природы (Обзор). – Журнал «Заводская лаборатория». 1990. Т.56. №3. С.76-83.
 31. *Переверзев В.Ю.* Технология разработки тестовых заданий: справочное руководство. –М.: Е-Медиа, 2005. -265 с.

32. *Равен Джон.* Педагогическое тестирование: Проблемы, заблуждения, перспективы / Пер. с англ. -М.: «Когито-Центр», 1999. -144с.
33. *Роберт Ван Криген, Стивен Баккер.* Подготовка и проведение экзаменов. Руководство для организации и разработки централизованных экзаменов. СИТО, Национальный институт по оценке достижений в области образования. -Амхем, Нидерланды, 1995.
34. *Родионов Б.У., Татур А.О.* Стандарты и тесты в образовании. - М.: МИФИ, 1995.
35. *Симонов В.П.* Педагогический менеджмент: Учебное пособие. -М.: РПА, 1997. -160 с.
36. *Фалалеева О.Н.* Оценивание учебных достижений методом мягкого тестирования. Вестн. МГОУ. Серия "Открытое образование". - 2(33). Том 2. - 2006. - М.: Изд-во МГОУ. - С. 126-130.
37. *Чельшкова М.Б.* Теория и практика конструирования педагогических тестов: Учебное пособие. –М.: Логос, 2002. -432 с.
38. *Черненко В.В., Котенкова Н.А., Лобанова И.В. Пряженникова О.А.* О механизме возникновения систематической погрешности при тестировании уровня интеллектуальных способностей // Мат. Всерос. НТК посвященной 300-летию военного, военно-морского и высшего профессионального образования в России. Т.1. Военно-исторические,военно-педагогические, гуманитарные и социально- экономические вопросы. ТОВМИ им С.О. Макарова. - Владивосток, 2000. -С. 156-158.
39. *Andrich, D., Sheridan, B., Lyne, A. & Luo, G.* RUMM: A windowsbased item analysis program employing Rasch unidimensional measurement models (Perth: Murdoch University), 2000.
40. *Gronlund N.E.* How To Construct Achievement Test. -N.J.: Prentice Hall, 1998.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ И РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ (ГЛАВА 7)

1. *Большаков А.М., Маймулов В.Г.* Гигиеническое регламентирование – основа санитарно-эпидемиологического

- благополучия населения: учебное пособие для санитарных врачей. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. — 224 с.
2. *Беликов С.Е.* Водоподготовка: Справочник. /Под ред. д.т.н., действительного члена Академии промышленной экологии– М.: Аква-Терм, 2007. – 240 с.
 3. *Воробейчик Е. Л.* Экологическое нормирование токсических нагрузок на наземные экосистемы. Диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 03.00.16 – экология.- Екатеринбург, 2004.
 4. Доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2009 году, М.2010
 5. *Долин В. Н.* Колодцы, М.: Знание, 1989
 6. *Кича Д.И., Дрожжина Н.А., Фомина А.В.* Руководство к лабораторным занятиям по общей гигиене (для студентов специальности «Фармация»): Учеб. пособие. – М., 2008.
 7. *Князева В.П.* Экология. Основы реставрации. – М., 2005
 8. *Кожевников А.Б., Петросян О.П.* Для тех, кому не нравится хлор// "СтройПРОФИль" 4 (1), 2004
 9. *Конаков С.П.* Экология промышленности будущего. –М.: РЭФИА, 1998. – 158 с
 10. *Ламтюгин В. А.*–Нормирование качества окружающей среды : методические указания к практическому занятию по дисциплине «Экология» для студентов всех специальностей и направлений различных форм обучения , - Ульяновск : УлГТУ, 2010. – 39с
 11. Методические рекомендации по оценке объемов образования отходов производства и потребления- М., ГУ НИЦПУРО 2003
 12. Методические рекомендации по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям» (Ростов-на-Дону, 1988г.)
 13. *Миклашевский Н.В. Королькова* Чистая вода. Системы очистки и бытовые фильтры.-СПб,М. "Арлит",БХВ,2000.-240с
 14. *Николайкин Н. И., Николайкина Н. Е., Мелехова О. П.* Экология: Учеб. для вузов — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Дрофа, 2003. — 624 с: ил.
 15. Обзор состояние и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2010 год, М.2011

16. *Стожаров, А. Н.* Медицинская экология : учеб. пособие .- Минск : Выш. шк., 2007. - 368 с.
17. *Черникова В.А, Алексахин Р.М.* Агрэкология. Учебник.- М.: Колос, 2000
18. *Якунина И.В., Попов Н.С.* Методы и приборы контроля окружающей среды. Экологический мониторинг : учебное пособие /– Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2009. – 188 с.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ И РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ (ГЛАВА 8)

1. Материалы Пленарного заседания Государственной Думы Российской Федерации 24 апреля 2006 г.
2. Вестник Союза потребителей Российской Федерации № 6, 2009 год.
3. Диссертационные материалы по теме «Инновационное развитие системы сопровождения продукции от производителя потребителю», Е.С. Слудняокав, 2012 год.
4. Проект, «Автоматизированная система учета и контроля перемещения древесины в Краснодарском крае», ООО «Дата Скан», 2011 год.
5. он-лайн ресурс: официальный сайт Госалкогольинспекцией Республики Татарстан, 2009 год.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ И РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ (ГЛАВА 9)

1. МОТ-БГТ 2001 «Руководящие принципы по системам управления безопасностью и гигиеной труда» (ILO-OSH 2001 Guidelines on occupational safety and health management systems).
2. Конвенция МОТ 2006 г. № 187 Об основах содействия передовой организации охраны труда на национальном уровне.
3. Рекомендации МОТ 2006 г. № 197 Об основах содействия передовой организации охраны труда на национальном уровне.
4. Федеральный закон от 30 декабря 2001 года № 197-ФЗ (с изменениями) Трудового кодекса Российской Федерации.

5. МС ИСО 14001:2004 Системы экологического менеджмента. Требования и рекомендации по применению (Environmental management systems).
6. Конвенция 1947 года об инспекции труда (№ 81).
7. Конвенция 1981 года о безопасности и гигиене труда (№ 155).
8. Конвенция 1985 года о службах гигиены труда (№ 161).
9. Конвенция 1993 года о предотвращении крупных промышленных аварий (№ 174).
10. ГОСТ Р 12.0.007-2009 «Система стандартов безопасности труда. Система управления охраной труда в организации. Общие требования по разработке, применению, оценке и совершенствованию».
11. ГОСТ 12.0.230-2007 Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Общие требования.
12. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ И РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ (ГЛАВА 10)

1. ГОСТ 12801-98. Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний. -М. 1998г.
2. Абрагам Г. Асфальты и другие битумы. ОНТИ НКТП СССР, Государственное научно-техническое Горно-геолого-нефтяное издательство, Москва, Грозный, Ленинград, Новосибирск, 1934, -661 с.
3. Аррамбид Ж, Дюрье М. Органические вяжущие и смеси для дорожного строительства, Научно-техническое издательство Министерства автомобильного транспорта и шоссейных дорог РСФСР, Москва, 1961, -271 с.
4. Гезенцвей Л.Б., Горельшев Н.В., А.М. Богуславский, И.В. Королев. Дорожный асфальтобетон. М., Транспорт, 1985, с. 385.
5. Горельшев Н.В. Исследование асфальтобетона каркасной структуры и его эксплуатационных свойств в дорожных одеждах. Диссертация на соискание ученой степени докт. техн. наук.-М., МАДИ, 1978, с. 118-124, 277-299, 308-350, 344-354.

6. Ковалев Я.Н. Активационно-технологическая механика дорожного асфальтобетона. Минск. «Высшая школа», 1990, - 180 с.
7. Королев И.В. Дорожный теплый асфальтобетон. – Киев. Вища школа. – 1977. –155 с.
8. Котлярский, Э.В. Долговечность дорожных асфальтобетонных покрытий и факторы, способствующие разрушению структуры асфальтобетона в процессе эксплуатации/ Э.В. Котлярский, О.А. Воейко. – М.: Техполиграфцентр, 2007. – 136 с.
9. Пириев Я.М., Мелик-Багдасарова Н.А., Хоботов В.Г., Исследование прочности асфальтобетона импедансным методом. Труды МАДИ – 1981.- с. 69-79.
10. Ребиндер П.А. Физико-химическая механика – новая пограничная область науки. – Знание, 1958. – 64 с
11. Ребиндер П.А., Урьев Н.Б. Основные стадии образования и разрушения коагуляционных структур и их роль в оптимизации технологических процессов в структурированных дисперсных системах.
12. Руденская И.М., Руденский А.В. Реологические свойства асфальтобетонных смесей. М., Транспорт, 1972.
13. Рыбьев И.А. Строительное материаловедение. М., Высш. школа, 2003. 701 с.
14. Седов А.В. Профилактика разрушения асфальтобетонных покрытий в агрессивных средах хлористых противогололедных материалов. Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. Харьков, 1999. – 138 с.
15. Урьев Н.Б. Высокосконцентрированные дисперсные системы. М., : Химия, 1980. –319 с.
16. Швагирева О.А. Исследование влияния противогололедных реагентов на изменение структуры и свойств асфальтового бетона. Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. М., МАДИ, 1999.
17. Шестоперов С.В., Котлярский Э.В. Принципы регулирования свойств асфальтобетонных и битумопесчаных смесей с помощью построения и статистического анализа многофакторных регрессионных моделей. Научно-технический отчет по госбюджетной научно-исследовательской теме. -М., МАДИ, 1981.

18. Шестоперов С.В., Никифоров Г.Н., Ваулин Э.М. «Изучение влияния климатических условий на асфальтобетонные смеси с уточнением требований к асфальтобетонным смесям работающим в I и II климатических зонах РСФСР». Научно-технический отчет. (тема № 276). М. МАДИ. 1970.
19. Arque G., Machet J.-M., Morel G. Compactage des assises de chaussées. Choix du matériel et de ses modalités d'emploi. Bull.liais, Lab.ponts et chaussées. 1976, № 86.

Научное издание

*Т.Е. Старцева, Н.П. Асташева, Т.Н. Антипова,
О.А. Воейко, В.Г. Исаев, В.В. Гончаров, Е.А. Жидкова*

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ В СОВРЕМЕННОЙ ИННОВАЦИОННОЙ СРЕДЕ

Монография

Сдано в набор 15.05.2018.

Подп. в печ. 22.05.2018.

Формат 60×88/16.

Бумага офсетная.

Усл.печ.л. 21,2

Тираж 500 экз.

Издательство «Научный консультант» предлагает авторам:

- издание рецензируемых сборников трудов научных конференций;
- печать монографий, методической и иной литературы;
- размещение статей в собственном рецензируемом научном журнале

«Прикладные экономические исследования»;

ISBN 978-5-907084-05-6



Издательство Научный консультант

123007, г. Москва, Хорошевское ш., 35к2, офис 508.

Тел.: +7 (926) 609-32-93, +7 (499) 195-60-77 www.n-ko.ru keyneslab@gmail.com