

ТЕХНИКА, ТЕХНОЛОГИИ, РЕСУРСЫ: ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ

Агуреев И.Е., Белицкая М.Н., Бенза Е.В.,
Бенза С.М., Грибуст И.Р., Драбенко В.А.,
Драбенко Д.В., Лысак В.И.,
Нефедьева Е.Э.

монография

НАУЧНАЯ ОБЩЕСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ НАУКА

Техника, технологии, ресурсы: приоритетные
направления развития и практические
разработки

Монография

www.scipro.ru
Нижний Новгород, 2018

УДК 693.547: 624.131

ББК 31.19

Т38

Рецензенты:

Сагитов Рамиль Фаргатович, кандидат технических наук, доцент, заместитель директора по научной работе в ООО «Научно-исследовательский и проектный институт экологических проблем», г. Оренбург

Авторы:

Агуреев И.Е., Белицкая М.Н., Бенза Е.В., Бенза С.М., Грибуст И.Р., Драбенко В.А., Драбенко Д.В., Лысак В.И., Нефедьева Е.Э.

Техника, технологии, ресурсы: приоритетные направления развития и практические разработки [Электронный ресурс]: монография. – Эл. изд. - Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf: 109 с.). - Нижний Новгород: НОО "Профессиональная наука", 2018. – Режим доступа: <http://scipro.ru/conf/monographengineering.pdf>. Сист. требования: Adobe Reader; экран 10'.

ISBN 978-5-907072-58-9

Монография посвящена проблемам современного технического и технологического развития. В современных исследованиях, проводимых во всем мире, эксперты выделяют основные тенденции научно-технологического развития: усиление конвергенции технологий; усиление диффузии современных высоких технологий в среднетехнологические сектора производственной сферы; растущее значение мультидисциплинарности научных исследований; усиление воздействия новых технологий на управление и организационные формы бизнеса, стимулирующее развитие гибких сетевых структур. В рамках каждой из этих тенденций формируются многообещающие новые технологии и области науки с точки зрения их потенциального применения в различных сферах человеческой деятельности. Эти технологии потенциально являются ответами на глобальные вызовы и формируют новый технологический образ мира.

Материалы монографии будут полезны преподавателям, научным работникам, специалистам промышленных предприятий, организаций и учреждений, а также студентам, магистрантам и аспирантам.

При верстке электронной книги использованы материалы с ресурсов: Designed by Freerik, Canva.

ISBN 978-5-907072-58-9



9 785907 072589

© Авторский коллектив, 2018 г.

© Издательство НОО Профессиональная наука, 2018 г.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|-----|
| ВВЕДЕНИЕ | 5 |
| Глава 1. Описание автомобильных транспортных систем в условиях развития цифровых технологий | 7 |
| Глава 2. Методы бизнес-информатики для повышения эффективности корпоративного управления..... | 31 |
| Глава 3. Влияние физических факторов на активность ферментов пероксидазы и каталазы | 61 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 95 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК..... | 96 |
| СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ..... | 106 |

Введение

Переход экономики России на инновационный путь развития в условиях глобализации и все более глубокой интеграции страны в мирохозяйственные связи, рост открытости экономики, является императивом для сохранения устойчивых темпов экономического роста в среднесрочной и долгосрочной перспективах. В эпоху глобализации мировой экономики основа успешного позиционирования страны, региона, отрасли лежит в постоянном инновационном обновлении, направленном на достижение максимальной производительности, конкурентоспособности, развитии человеческого капитала.

В современных исследованиях, проводимых во всем мире, эксперты выделяют основные тенденции научно-технологического развития: усиление конвергенции технологий; усиление диффузии современных высоких технологий в среднетехнологические сектора производственной сферы; растущее значение мультидисциплинарности научных исследований; усиление воздействия новых технологий на управление и организационные формы бизнеса, стимулирующее развитие гибких сетевых структур. В рамках каждой из этих тенденций формируются многообещающие новые технологии и области науки с точки зрения их потенциального применения в различных сферах человеческой деятельности. Эти технологии потенциально являются ответами на глобальные вызовы и формируют новый технологический образ мира.

Монография состоит из 3-х глав.

В первой главе «Описание автомобильных транспортных систем в условиях развития цифровых технологий» представлены различные подходы к описанию понятия «транспортная система», рассмотрены варианты математического описания транспортных систем и транспортных процессов в рамках единых позиций теории транспортных макросистем.

Во второй главе «Методы бизнес-информатики для повышения эффективности корпоративного управления» рассматривается вопрос использования методов бизнес-информатики для повышения эффективности корпоративного управления.

В настоящее время можно уверенно говорить об информатизации всех уровней систем корпоративного управления с использованием прикладных информационных технологий. Прикладные информационные технологии – это методы и средства автоматизации работы с информацией в определенной технической и программной среде, зависящие от параметров

решаемой задачи. Одной из основных задач специалистов в области бизнес – информатики является, с нашей точки зрения, выбор и внедрение в структуру архитектуры предприятия информационных технологий для последующей оптимизации бизнес – процессов в организации, улучшения движения информационных потоков и коммуникационных связей. Итогом этой работы должно стать повышение эффективности управления организацией, т. е. повышение качества менеджмента.

В третьей главе «Влияние физических факторов на активность ферментов пероксидазы и каталазы» рассматривается вопрос влияния физических факторов на активность ферментов пероксидазы и каталазы. Действие импульсного давления (ИД) на семена гречихи, гороха и ячменя приводит к переключению функциональной активности клеток с обычных на стрессовые программы, изменению морфофизиологических показателей и увеличению продуктивности растений. ИД свыше 11 МПа снижало всхожесть семян гречихи и гороха на 12-56% и 15-25% соответственно, ИД свыше 17 МПа снижало всхожесть семян ячменя на 19-27%, при этом прорастание семян было замедленно. Следовательно, ингибирующее действие ИД зависит от дозы воздействия и является видоспецифичным. Поглощение воды семенами зависело от интенсивности воздействия, что связано с торможением деградации полимеров. В семенах активность каталазы увеличивалась линейно в процессе прорастания в контроле и при ИД. Изменение активности пероксидазы семян соответствовало изменению активности каталазы, что подтверждает участие данных ферментов в стрессовой реакции растения.

Авторский коллектив:

Агуреев И.Е. (Глава 1. Описание автомобильных транспортных систем в условиях развития цифровых технологий)

Бенза Е.В., Бенза С.М., Драбенко В.А., Драбенко Д.В. (Глава 2. Методы бизнес–информатики для повышения эффективности корпоративного управления)

Белицкая М.Н., Грибуст И.Р., Лысак В.И., Нефедьева Е.Э. (Глава 3. Влияние физических факторов на активность ферментов пероксидазы и каталазы)

Глава 1. Описание автомобильных транспортных систем в условиях развития цифровых технологий

Введение. Эксплуатация транспортных систем различных типов и уровней не представляется возможной без применения современных информационных технологий. К ним можно отнести: традиционные компьютерные технологии (IT), ставшие практически повсеместным инструментом для учета, планирования, экономического анализа транспортных систем, а также более продвинутые элементы искусственного интеллекта, технологии использования больших данных (Big Data), средства виртуальной и дополненной реальности (VR, AR) и др. При этом значительно возрастает число различных подходов к определению понятия транспортная система, когда авторы стремятся отразить в определяемых понятиях те наиболее существенные черты транспортной системы, которые соответствуют решаемой проблеме.

Классификация транспортных и логистических систем. Для того чтобы перейти к описанию процессов управления транспортными системами, сначала необходимо установить определения понятий «транспортная система», «транспортный процесс», рассмотреть операции транспортного процесса, составить их формальное описание в рамках известных теорий.

В работе¹ дана достаточно полная таблица, которая раскрывает понятие «транспортная система». Ниже представлен расширенный вариант (табл. 1.1 и 1.2), в котором приведены понятия из других источников, включая описание термина «логистическая система». Необходимость такого расширения связана с тем, что любая транспортная система может входить в состав более масштабной транспортно-логистической или логистической системы.

¹ Горяинов А. Н. Классификация систем транспорта с учетом диагностического подхода. Восточно-Европейский журнал передовых технологий 1/3 (49). Технологический центр (Харьков), 2011, С. 4-10.

Таблица 1.1

Определения понятий «транспортная система» и «логистическая система»

| Источник | Определение системы |
|--|--|
| 1. Транспортная система ¹ | Сочетание видов транспорта на определенной территории, что максимально удовлетворяет потребности в перевозках грузов и пассажиров, технических средств, погрузочно-разгрузочного хозяйства и транспортных коммуникаций |
| 2. Транспортная система ¹ | Целостная (по принципам создания продукции транспорта и его развития) совокупность элементов, которая обеспечивает устранение геометрических разрывов в экономическом пространстве путем преобразования технологических ресурсов в транспортные услуги в соответствии с мотивацией различных субъектов и с процедурами транспортных технологий |
| 3. Транспортная система ² | Управляемая совокупность людей, транспортных средств, зданий и сооружений, взаимосвязанных между собой организованным технологическим процессом перевозок |
| 4. Транспортно-технологическая система ³ | Качественно новая форма организации транспортного процесса во всех ее звеньях на основе эффективного использования специализированных транспортных средств, перегрузочного и складского оборудования, а также электронно-вычислительной техники обеспечивается максимально возможная скоростная сохраняемая бесперегрузочная доставка от грузоотправителя грузополучателю, автоматизация и комплексная механизация погрузочно-разгрузочных и складских работ, снижение удельных народнохозяйственных транспортных издержек |
| 5. Транспортно-производственная система ⁴ | Динамичный прогрессивно изменяющийся межотраслевой комплекс согласованных и взаимоувязанных технических и технологических средств транспортировки и переработки грузов укрупненными местами, единая технология, охватывающая процесс их доставки от отправителя до получателя, совокупность организационных и коммерческо-правовых нормативных документов, а также работников, во взаимодействии которых проявляются социальные, экономические и технологические законы ее функционирования и развития, достигается оптимальный перевозочный процесс «от двери до двери» |
| 6. Региональная логистическая транспортно-распределительная система ⁵ | Совокупность интегрированных элементов товаропроводящей сети региона, состоящей из многочисленных взаимодействующих и взаимосвязанных объектов логистической инфраструктуры общесетевых транспортных узлов, оптовой и розничной торговой сети, расположенных на территории региона, обеспечивающих реализацию общей цели функционирования системы, согласованной с общерегиональными социально-экономическими целями, и получение максимального синергетического эффекта на основе интеграции материальных, сервисных, финансовых и информационных потоков |

² Рахмангулов А. Н., Трофимов С. В., Корнилов С. Н. Управление транспортными системами. Теоретические основы [Текст]. Магнитогорск: МГТУ им. Г. И. Носова, 2001. 191 с.

³ Гончарук О. В. Экономическая эффективность транспортно-технологических систем. М.: Наука, 1991. 122 с.

⁴ Сыч Е. Н. Транспортно-производственные системы: развитие и функционирование. Киев: Наукова думка, 1986. 168 с.

⁵ Прокофьева Т. А., Лопаткин О. М. Логистика транспортно-распределительных систем: Региональный аспект. М.: РКонсульт, 2003. 400 с.

| Источник | Определение системы |
|---|---|
| 7. Единая транспортная система ⁶ | Состояние отрасли, в котором она обеспечивает высокую эффективность транспортного обслуживания рыночных потребностей в соответствии с установленными критериями за счет рационального использования ресурсов всех видов транспорта в процессе их взаимодействия |
| 8. Transportation system ⁷ | 1. A transport network, or transportation network in American English, is typically a network of roads, streets, pipes, aqueducts, power lines, or nearly any structure which permits either vehicular movement or flow of some commodity. 2. A comprehensive description of all activities, relations between the different activities, resources, management and objectives in a system for internal and external transportation |
| 9. Транспортная система ⁸ | Комплекс различных видов транспорта, путей сообщения, транспортной инфраструктуры, находящихся во взаимозависимости и взаимной зависимости в процессе осуществления перевозок. |
| 10. Транспортная система ⁹ | Совокупность путей сообщения, перевозочных средств, технических устройств и механизмов, средств управления и связи, обустройств всех видов транспорта, объединенных системой технологических, технических, информационных, правовых и экономических отношений |
| 11. Транспортная система ¹⁰ | Транспортная инфраструктура, транспортные предприятия, транспортные средства и управление в совокупности. |
| 12. Транспортная система ¹¹ | Транспортная система в наиболее общем случае – это образующая связанное целое совокупность работников, транспортных средств и оборудования, элементов транспортной инфраструктуры и инфраструктуры субъектов перевозки, включая систему управления, направленная на эффективное перемещение грузов и пассажиров. |
| 13. Транспортная система ¹² | Система, включающая в себя улично-дорожную сеть, факторы, определяющие потребность в перевозках, критерии эффективности и принципы функционирования |
| 14. Транспортная система ¹³ | Транспортная система складывается из трех компонент: сети, транспортных средств и ресурсов. Последние две являются источниками потока в транспортной сети. |
| 15. Логистическая система ¹⁴ | Сложная организационно завершенная (структурированная) экономическая система, которая состоит из элементов – звеньев, взаимосвязанных в едином процессе управления материальными и сопутствующими им потоками |
| 16. Логистическая система ¹⁵ | Система, охватывающая снабжение, производство и сбыт, включая все вопросы транспортирования и складирования |

⁶ Вельможин А. В. и др. Грузовые автомобильные перевозки [Текст]. М.: Горячая линия-Телеком, 2006. 560 с.

⁷ The site of company Geodis Wilson/ <http://www.geodiswilson.com> (дата обращения 21 ноября 2018 г.).

⁸ Якимов М. Р. Концепция транспортного планирования и организации движения в крупных городах: монография. Пермь: Пермский государственный технический университет, 2011. 175 с.

⁹ Витвицкий Е. Е. Теория транспортных процессов и систем (Грузовые автомобильные перевозки). Омск: Изд-во СибАДИ, 2014. 216 с.

¹⁰ https://ru.wikipedia.org/wiki/Транспортная_система

¹¹ Горев А. Э. Основы теории транспортных систем. СПб.: изд-во СПбГАСУ, 2010. 214 с.

¹² Введение в математическое моделирование транспортных потоков /А. В. Гасников и др. М.: МЦНМО, 2013. 427 с.

¹³ Попков Ю. С. Теория макросистем: Равновесные модели. М.: Эдиториал УРСС, 1999. 320 с.

¹⁴ Логистика автомобильного транспорта / В. С. Лукинский, В. И. Бережной, Е. В. Бережная и др. М.: Финансы и статистика, 2004. 368 с.

¹⁵ Миротин Л. Б., Николин В. И., Ташбаев Ы. Э. Транспортная логистика. М.-Омск, 1994. 236 с.

| Источник | Определение системы |
|---|--|
| 17. Логистическая система ¹⁶ | Объединение взаимодействующих на рассматриваемом полигоне логистических цепей (т.е. четких последовательностей выполнения технологий в отдельных сечениях производственно-транспортной цепи, перед которыми ставится цель достигнуть наивысшей общественной эффективности при осуществлении производственных и торговых процессов) |

Таблица 1.2

Характеристика понятий «транспортная система» и «логистическая система»

| № п.п. | Технологические ресурсы | | | Кадровые ресурсы | Цель/целостность | Внешняя среда | Организационные факторы | | Процессы |
|------------------|-------------------------|---------------|---------------|----------------------|------------------|--|-------------------------|-----------------------|----------------------|
| | ТС | ПРС | УДС и ОТИ | | | | Управление | Отношения/организация | |
| Признак для ТС | Материальные потоки | Складирование | Цепи поставок | Операторы (субъекты) | | Территория/экономическая система (ресурсы) | | | Транспортный процесс |
| Признак для ЛС | | | | | | | | | Производство |
| 1 | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | |
| Частота признака | 14/17 | 8/17 | 12/17 | 4/17 | 9/17 | 4/17 | 6/17 | 8/17 | 12/17 |

Анализ таблиц показывает, что наиболее частое упоминание в определении транспортной системы имеют элементы «транспортные средства» (или «виды транспорта», «транспортирование»), а также «транспортный процесс» (или «производственный процесс»). Потом идут такие факторы как «улично-дорожная сеть» (или «объекты транспортной инфраструктуры», «логистические цепочки»), а затем наличие в системе целеполагания, «погрузочно-разгрузочные средства» (операция «складирования») и наличие организации или других типов отношений между входящими элементами. Реже всего употребляются в определениях транспортных и логистических систем факторы человеческого ресурса и принадлежность к некоторой

¹⁶ Смехов А. А. Введение в логистику. М.: Транспорт, 1993. 112 с.

территории. Таким образом, в целом транспортные системы считаются сложными техническими, реже социо-техническими системами. Иногда косвенно присутствие человека в системе учитывается фактором правовых и/или экономических отношений.

Математические модели транспортных систем. Очевидно, что табл. 1.1 и 1.2 должны быть значительно расширены, если мы будем ставить задачу дать определение транспортной системы (логистической) на основе статистики упоминания основных элементов в определениях разных авторов. Однако представляется перспективным путь использования логико-математического подхода, который может служить отправной точкой не только для определения исследуемых понятий, но и для построения рациональной классификации систем.

Например, авторы¹⁷ называют транспортной систему, включающую в себя улично-дорожную сеть, факторы, определяющие потребность в перевозках, критерии эффективности и принципы функционирования. К последнему можно отнести целое множество элементов, таких как транспортные средства, которые явно не указаны, но подразумеваются по умолчанию. В таком определении представлены те признаки, которые имеют или могут иметь количественное (функциональное, вероятностное) описание. Так, УДС может быть выражена в виде ориентированного графа с описанием связей и прочих атрибутов (разрешенные направления, пропускная способность, ценовая функция и т.д.), а потребность в перевозках – в виде различных функций спроса (как для стационарного, так и для переменного режимов). Критерии эффективности могут принадлежать к одному из известных элементов множества: {время доставки, стоимость транспортной работы, затраты и др.}. Таким образом, определение дает возможность строить на его основе различные математические модели транспортных систем. Ниже представлено обобщенное математическое описание некоторых транспортных и логистических систем.

Прежде всего, стоит отметить, что для адекватного определения транспортной системы необходимо одновременно делать описание и других систем, связанных с транспортной. Например, тех систем, по отношению к которым транспортная система является обслуживающей, или систем, которые сами являются обслуживаемыми по отношению к первой. Таким образом, конкретное определение транспортной системы целесообразно

¹⁷ Введение в математическое моделирование транспортных потоков /А. В. Гасников и др. М.: МЦНМО, 2013. 427 с.

создавать, четко представляя всю совокупность систем, связанных выполнением общих (комплексных) задач. Такие совокупности, в частном случае, могут выглядеть в виде логистических (или транспортно-логистических) систем. Тем самым, следует заранее декларировать, что при определении и описании конкретной транспортной системы необходимо использовать *дуальный* подход.

Приведем первоначальный пример. Если транспортная система определяется в виде источников и стоков транспортных средств с соответствующими емкостями АТС и УДС с соответствующими потоками АТС, то дуальной по отношению к ней будет, например, обслуживаемая система, определяемая в виде стоков груза (пассажиров) и соответствующими потоками обслуживания. Такое описание обеспечивает, во-первых, отражение двойственности транспортного процесса, во-вторых, возможность строгого динамического подхода, а в-третьих, возможность проведения измерений и количественных (функциональных, статистических) оценок, в-четвертых, возможность одновременного построения системы критериев эффективности функционирования для всех связанных систем.

Итак, постулируем наличие в рассматриваемых дуальных системах емкостей: а) источников транспорта $S_i^t(t)$; б) стоков транспорта $D_j^t(t)$; в) источников груза (пассажиров) $S_i^g(t)$; г) стоков груза (пассажиров) $D_j^g(t)$, которые в общем случае могут иметь деление на категории (тип груза, вид транспорта, грузоподъемность ТС, категория пассажиров и др.). Будем считать емкости источников и стоков непрерывными или дискретными функциями времени, детерминированными или случайными. Это деление дает возможность построить различные варианты описаний и выполнить классификацию систем.

Тогда транспортную и связанную с ней дуальную системы можно представить в виде совокупности элементов: а) логическая и пространственная связь между стоком(ами) и источником(ами) ресурса вида ξ ; б) соответствующие временные характеристики связи(ей), которые определяют время начала и продолжительности действия связей; в) соответствующие элементам (а) и (б) провозные и/или пропускные способности; г) план транспортного процесса; д) критерии эффективности функционирования систем.

Представим, что некоторая транспортная система \mathfrak{S} , без ограничения общности с непрерывным временем и детерминированная, в текущий момент времени $\tau_0 \leq t \leq \tau_0 + \Delta \tau_{max}$ определяется в соответствие с содержанием матрицы связей:

$$\rho = \rho(t) = \begin{pmatrix} \rho_{11}(\tau_0 + \Delta\tau_{11}) & \dots & \rho_{1\beta}(\tau_0 + \Delta\tau_{1\beta}) \\ \dots & \dots & \dots \\ \rho_{\alpha 1}(\tau_0 + \Delta\tau_{\alpha 1}) & \dots & \rho_{\alpha\beta}(\tau_0 + \Delta\tau_{\alpha\beta}) \end{pmatrix}, \quad (1)$$

где элементы, которые можно выразить через функцию Хевисайда, равны

$$\rho_{ij}(\tau_0 + \Delta\tau_{ij}) = \begin{cases} 1, & \text{если } \tau_0 \leq t \leq \tau_0 + \Delta\tau_{ij}; \\ 0 & \text{в ином случае.} \end{cases} \quad i = 1, 2, \dots, \alpha; j = 1, 2, \dots, \beta.$$

Здесь символы i и j обозначают номера источника и стока ресурса вида s соответственно.

Предполагается, что все связи возникают одновременно. Если выполняются все равенства $\Delta\tau_{11} = \Delta\tau_{1+k,1+m} = \Delta\tau$, где произвольные номера $k = 1, 2, \dots, \alpha - 1$ и $m = 1, 2, \dots, \beta - 1$, то транспортная система является *синхронной*. В противном случае систему называем *несинхронной*.

Значения $\rho_{ij} = 0$ при $\tau_0 \leq t \leq \tau_0 + \Delta\tau_{max}$ в уравнении (1) устанавливаются с помощью равенств $\Delta\tau_{ij} = 0$, что означает отсутствие соответствующей связи. Несинхронная система существует, если имеется хотя бы одна ненулевая связь.

Каждой связи может быть поставлен в соответствие транспортный процесс, что выражается матрицей транспортного процесса для системы \mathfrak{S}

$$\pi = \pi(t) = \begin{pmatrix} \pi_{11}(t) & \dots & \pi_{1\beta}(t) \\ \dots & \dots & \dots \\ \pi_{\alpha 1}(t) & \dots & \pi_{\alpha\beta}(t) \end{pmatrix}, \quad (2)$$

каждый элемент которой характеризует долю выполненной транспортной работы или объема перевозок к моменту времени t .

Введем в рассмотрение матрицу, представляющую собой совокупность компонентов – величин провозной (пропускной) способности на связях $w = (i, j)$:

$$Q = \begin{pmatrix} Q_{11} & \dots & Q_{1\beta} \\ \dots & \dots & \dots \\ Q_{\alpha 1} & \dots & Q_{\alpha\beta} \end{pmatrix}, \quad (3)$$

которые в простейшем случае могут быть постоянными величинами. Компоненты матрицы могут представлять собой предельные величины транспортного потока на соответствующей связи (в сечении) или количества перевозимого груза (пассажиров) в единицу времени. Более сложные случаи

кусочно-постоянных и непрерывно изменяющихся функций $Q(t)$ рассмотрим далее отдельно. С помощью операции поэлементного умножения можем получить матрицу, которую назовем матрицей *действующей провозной (пропускной) способности*

$$q = q(t) = \rho \cdot Q, \quad (4)$$

смысл которой заключается в том, что она описывает текущие провозные (пропускные) способности связей $w = (i, j)$ в период действия последних.

Каждой паре источник-сток $w = (i, j) \in W = S \times D, i \in S, j \in D$ соответствует свой спрос на перевозку, который можно объединить в матрице $\rho_w: w \in W$, т.е., общий объем грузов (пассажиров, пользователей), которые из пункта i должны прибыть в пункт j . Этот объект назовем *матрицей работы* транспортной системы на связях $w = (i, j)$. Фактически она определяет задание для транспортной системы на период времени $(\tau_0, \tau_0 + \Delta \tau_{max})$. Эта работа может быть выражена в терминах объема перевозок или транспортной работы. Тогда можно сформулировать определение для матрицы *действующих интенсивностей* в транспортной системе:

$$L = L(t) = \rho \cdot Q / \rho_w = \rho \cdot \lambda = q / \rho_w \quad (5)$$

Основное уравнение для транспортной системы может быть записано в виде:

$$\pi(t) = (t - \tau_0)L(t), \quad (6)$$

которое выражает закон функционирования транспортной системы в пространстве размерности $\alpha \times \beta$: транспортный процесс системы \mathfrak{S} в момент времени t , определяемый долями выполненной работы системы на связях $w = (i, j)$ равен произведению текущей продолжительности функционирования на действующие интенсивности связей. Для дуальных систем можно записать аналогичные уравнения, которые характеризуют процессы обслуживания:

$$\pi_{-}^q(t) = (t - \tau_0)L_{-}^q(t); \quad (7a)$$

$$\pi_{+}^q(t) = (t - \tau_0)L_{+}^q(t). \quad (7b)$$

В уравнениях (7а) и (7б) матрицы процессов обозначают доли расходования или восполнения ресурса вида s , а матрицы в правых частях – соответственно действующие интенсивности погрузки и разгрузки, которые так же определяются уравнениями (5). Для него потребуется задать пропускные способности пунктов погрузки и разгрузки, а также величины емкостей соответствующих источников и стоков груза. Условно считается, что время существования всех систем одно и то же.

Если матрица $Q(t)$ имеет компоненты в виде кусочно-постоянных и непрерывно изменяющихся функций, то уравнения (6) и (7) требуют приведения к соответствующему виду. Представим, что интервал существования системы $(\tau_0, \tau_0 + \Delta \tau_{max})$ делится на m последовательных отрезков, на каждом из которых $Q(t)$ имеет постоянные компоненты:

$$(\tau_0, \tau_0 + \Delta \tau_1), (\tau_0 + \Delta \tau_1, \tau_0 + \Delta \tau_2), \dots, (\tau_0 + \Delta \tau_{m-1}, \tau_0 + \Delta \tau_m),$$

где $\Delta \tau_1 < \Delta \tau_2 < \dots < \Delta \tau_m = \Delta \tau_{max}$. Тогда для случая кусочно-постоянных компонентов $Q(t)$ уравнение (6) можно записать ($\Delta \tau_0 = 0$):

$$\pi_k(t) = (t - \tau_0 - \Delta \tau_{k-1})L_k(t) + \sum_{i=0}^{k-2} (\Delta \tau_{i+1} - \Delta \tau_i)L_{i+1}(t). \quad (6a)$$

Для непрерывно изменяющихся компонент матрицы $Q(t)$ перепишем уравнение (6) в виде:

$$\pi(t) = \int_{\tau_0}^{t-\tau_0} L(\tau) d\tau. \quad (6б)$$

Аналогично могут быть представлены и формулы (7а), (7б).

Для решения практических проблем, которые могут представлять собой задачи планирования, оптимизации и др., для транспортных систем следует задавать конкретные функции затрат на связях $w = (i, j) \in W = S \times D, i \in S, j \in D$. Если обратиться к аналогиям из теории транспортных потоков¹⁸, функция затрат может быть представлена как зависимость от загрузки УДС, выражаемой величинами потоков на соответствующих путях $G_p = G_p(x)$. Здесь индекс p означает номер пути (маршрута) между

¹⁸ Введение в математическое моделирование транспортных потоков /А. В. Гасников и др. М.: МЦНМО, 2013. 427 с.

источником и стоком связи w . Условия равновесия транспортных потоков выглядят следующим образом:

$$\text{если } x_p^{\dagger} > 0, \text{ то } G_p(x^{\dagger}) = \min_{q \in P_w} G_q(x^{\dagger}) = u_w(x^{\dagger}) \quad . \quad (8)$$

Здесь P_w – множество альтернативных маршрутов, x_p^{\dagger} – поток на пути с минимальными транспортными расходами. Само условие (8) может быть сформулировано так: если по пути $p \in P_w$ идет ненулевой поток, то затраты по нему минимальны. Условие (8) известно как *первый принцип Вардропа*.

Для грузовых перевозок подобная функция может зависеть еще, и в первую очередь, от других переменных, например, величины грузоподъемности автомобиля и его возраста, а также конкретных тарифов за использование УДС: $G_p = G_p(q; \mathfrak{X}; \Theta)$. Если принять такую функцию, то мы придем к необходимости рассматривать условия равновесия по соответствующим параметрам, т.е. поиск минимальных транспортных затрат на связях в зависимости от распределений $(q; \mathfrak{X}; \Theta)$.

Рассмотрим еще один пример. В работе¹⁹ приведена классификация транспортных систем, в том числе определение автотранспортной микросистемы доставки грузов. Такой системой называются «маятниковые маршруты с обратным не груженым пробегом, на которых согласно потребности в перевозках, необходимо иметь не более одного автомобиля». Пользуясь введенными выше понятиями, сформулируем основное уравнение для транспортного процесса такой системы, а также для дуальных. Для простоты введем ограничение, что в системе имеется единственный маршрут, а время существования системы не превышает допустимого времени работы в наряде. Последнее ограничение, впрочем, достаточно легко снимается, если на линии непрерывного времени исключить время простоя автомобиля вне рабочих смен. Будем также полагать все процессы в такой системе детерминированными. Тогда матрица связей преобразуется в скалярную величину $\rho(t) = \rho_{11}(\tau_0 + \Delta\tau_{11}) = 1$ и отражает наличие технологической связи между единственной парой – пунктом погрузки и пунктом разгрузки в соответствующий интервал времени. В результате можем записать следующую систему уравнений:

¹⁹ Миротин Л. Б., Николин В. И., Ташбаев Ы. Э. Транспортная логистика. М.-Омск, 1994. 236 с.

$$\begin{cases} \rho(t) = \rho_{11}(\tau_0 + \Delta\tau_{11}); \\ \pi(t) = (t - \tau_0) \cdot q_w / \rho_w. \end{cases} \quad (9)$$

Здесь использованы обозначения: q_w – провозная возможность системы на связи $w = (1, 1)$; $\rho_w = Q_e$ – объем груза, предназначенного для перевозки автотранспортной микросистемой за время $(\tau_0 + \Delta\tau_{11})$. Для получения окончательного вида системы (9) мы должны понимать, что транспортный процесс с одним автомобилем не может иметь в качестве адекватной модели непрерывную зависимость $\pi(t)$. С этой целью введем для описания дискретного транспортного процесса величину текущего номера оборота (ездки) автомобиля:

$$n_c^t = \left\lfloor \left[\frac{Q_e}{q\gamma} \right] \frac{(t - \tau_0) \cdot q_w}{Q_e} \right\rfloor, \quad (10)$$

где знак $\lfloor \cdot \rfloor$ соответствует функции "пол", т.е. наибольшему целому, меньшему или равному величине, стоящей под знаком, а $\lceil \cdot \rceil$ – функции "потолок". Здесь $n_{max} = z_e$ – максимальный номер ездки (оборота), равный числу оборотов $\left\lceil \frac{Q_e}{q\gamma} \right\rceil$; $q\gamma$ – количество груза, перевозимого за ездку (оборот).

В формуле (10) необходимо определить неизвестную функцию q_w . Примем, что провозная возможность транспортной микросистемы определяется зависимостью, которая учитывает взаимодействие транспортной системы и обеих дуальных, т.е. пунктов погрузки и разгрузки:

$$q_w = \frac{\mu \cdot \mu_{\pm}^q}{\mu + \mu_{\pm}^q} q. \quad (11)$$

Здесь символами μ и μ_{\pm}^q обозначены интенсивности транспортного процесса и процессов погрузки-разгрузки соответственно. Очевидно, что формула (11) симметрична относительно характеристик каждой системы, что подчеркивает одинаково значимую роль операций транспортирования и погрузки-разгрузки в общей производительности системы.

Нетрудно показать, что уравнение (11) приводит к хорошо известным формулам теории транспортных систем. Действительно, подставив в (11) время ездки $t_c = 1/\mu$ и суммарное время погрузки-выгрузки $t_{\pm} = 1/\mu_{\pm}^q$, получим после преобразований:

$$q_w = W_A^Q = \frac{v_t}{l_r + t_{\pm} \cdot v_t} q. \quad (12)$$

Выражая длину маршрута l_r через длину ездки с грузом l_q , вводя коэффициент использования пробега β_r , а также имея в виду реальную загрузку автомобиля, что учитывается статическим коэффициентом использования грузоподъемности γ_s , получим

$$q_w = W_A^Q = \frac{v_t \beta_r}{l_q + t_{\pm} \cdot v_t \beta_r} q \gamma_s. \quad (12a)$$

Здесь v_t – среднетехническая скорость. Таким образом, детерминированную автотранспортную микросистему в произвольный момент времени можно окончательно выразить в виде:

$$\begin{cases} \rho(t) = \rho_{11}(\tau_0 + \Delta\tau_{11}); \\ \tau_0 < t \leq \tau_0 + \Delta\tau_{11}; \\ n_c^t = \left\lfloor \left[\frac{Q_e}{q\gamma} \right] \frac{(t-\tau_0) \cdot q_w}{Q_e} \right\rfloor; \\ q_w = \frac{\mu \cdot \mu_{\pm}^q}{\mu + \mu_{\pm}^q} q\gamma. \end{cases} \quad (13)$$

Предполагаем, что на каждом обороте один и тот же коэффициент использования грузоподъемности γ , что легко обобщить на иные случаи (индекс s опущен для компактности). Система (13) должна быть дополнена ограничениями, которые устанавливают соотношения между входящими в нее величинами:

$$\begin{cases} n_c^{max} \cdot t_c \leq \Delta\tau_{11}; \\ n_c^{max} \cdot q_w \cdot t_c \geq Q_e. \end{cases} \quad (14)$$

Заметим, что модель (13), (14) легко обобщается и на случай стохастических процессов. При этом, такой учет будет являться цельным и корректным. Действительно, если считать $\Delta\tau_{11} = const$ и $Q_e = const$, то одной величиной q_w в третьем выражении (13) можно отразить проявление всех стохастических процессов, которые отклоняют работу микросистемы от детерминированного функционирования, а в последнем уравнении (13) заложены главные причины, которые создают случайный характер поведения величины q_w . В соответствие с видом этого уравнения можно выделить, по

крайней мере, пять случайных процессов: 1) размер груза для каждой отдельной ездки; 2) время обслуживания на пункте погрузки; 3) время обслуживания на пункте разгрузки; 4) время между последовательными прибытиями автомобиля на пункт погрузки; 5) то же, для пункта разгрузки. Именно эти величины могут быть описаны как потоки случайных событий и исследованы экспериментально.

Вообще, как несложно показать, при наличии n операций транспортного процесса провозная возможность микросистемы может быть выражена формулой:

$$q_w = \frac{1}{n} H(\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n) q, \quad (15)$$

где $H(\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n)$ – среднегармоническое интенсивностей операций транспортного процесса, которые выполняются последовательно. Другой вариант формулы (15) может быть записан через среднеарифметическое величин, обратных интенсивностям, т.е. продолжительностям соответствующих операций:

$$q_w = \frac{1}{n} A^{-1}(T_1, T_2, \dots, T_n) q. \quad (15a)$$

Подобное представление провозной возможности (производительности системы по объему перевозок) дает практический инструмент для обобщения понятия транспортного процесса как многооперационного (многофазного) и/или стохастического, а также для экспериментальных исследований всех его операций. Случайная величина провозной возможности автотранспортной микросистемы может быть записана для соответствующего оборота (цикла перевозок)

$$X_{q_w}^n = \frac{1}{n} H(X_{\mu_1}(\omega), X_{\mu_2}(\omega), \dots, X_{\mu_n}(\omega)) q, \quad (16)$$

где $X_{\mu_i}(\omega)$ – интенсивности операций транспортного процесса, потоков случайных событий. Здесь в качестве аргумента используются исходы (реализации) ω случайных явлений, которые обуславливают случайный характер операций.

В итоге, для стохастической автотранспортной микросистемы можем записать модель:

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho(t) = \rho_{11}(\tau_0 + \Delta\tau_{11}); \\ \tau_0 < t \leq \tau_0 + \Delta\tau_{11}; \\ n_c^t = \left\lfloor \left[\frac{Q_e}{q\gamma} \right] \frac{(t-\tau_0) \cdot X_{qw}^n}{Q_e} \right\rfloor; \\ X_{qw}^n = \frac{1}{n} H(X_{\mu_1}(\omega), X_{\mu_2}(\omega), \dots, X_{\mu_{n1}}(\omega)) q\gamma. \end{array} \right. \quad (17)$$

В системе (17) несложно учесть и вероятностный характер размера партии груза $q\gamma$.

С целью дальнейших построений необходимо рассмотреть, каким образом могут быть описаны различные варианты маршрутов, реализуемых в транспортных системах. Речь идет о том, что кроме маятниковых, могут использоваться кольцевые, радиальные и иные виды маршрутов. Это также необходимо, чтобы распространить развиваемый здесь формализм на пассажирские транспортные системы и транспортные потоки. Воспользуемся описанием, представленным в работе²⁰.

Путем, или маршрутом, в сети Γ , соединяющим вершины i и j , называется последовательность дуг

$$e_1 = (i \rightarrow k_1), e_2 = (k_1 \rightarrow k_2), \dots, e_m = (k_{m-1} \rightarrow k_m), e_{m+1} = (k_m \rightarrow j),$$

где $e_l \in E$ при всех $l = 1, \dots, m + 1$. В маршрутах предполагается отсутствие петель и циклов (что может быть полезным допущением для рассмотрения маршрутов индивидуальных транспортных средств, но является недостаточным для моделирования пассажирских и грузовых перевозок). Через P_w обозначается множество альтернативных путей, связывающих пару $w \in W$. Совокупность всех путей в сети Γ обозначается как $P = \bigcup_{w \in W} P_w$. Таким образом, представление матрицы связей в виде (1) может не отображать структуру маршрута, если в ней не заданы конкретные точки – узлы, связывающие отдельные дуги маршрута. Чтобы этого не происходило, будем использовать некоторые частные виды матриц (1): а) вектор-строка для связи типа «от одного ко многим» (совокупность маятниковых маршрутов, исходящих к разным точкам, а также радиальные развозные маршруты); б) вектор-столбец для отношения «от многих к одному» (совокупность маятниковых маршрутов, сходящихся к одной точке, а также радиальные сборные

²⁰ Введение в математическое моделирование транспортных потоков /А. В. Гасников и др. М.: МЦНМО, 2013. 427 с.

маршруты); в) прямоугольная матрица для совокупностей маятниковых или радиальных маршрутов; г) диагональные матрицы для кольцевых маршрутов. На примере последнего рассмотрим, как может быть описан такой маршрут.

Пример кольцевого маршрута. Такие схемы реализуются в различных автотранспортных системах, начиная с особо малой системы, когда по условиям перевозок требуется не более одного автомобиля. Покажем, что в этом случае матрица (1) может быть представлена в диагональном виде. Действительно, обозначив каждый узел двойной нумерацией (номер пункта прибытия – номер пункта отправления), можем записать:

$$\rho(t) = \begin{pmatrix} \sigma(\tau_{01}) - \sigma(\tau_{01} + \Delta\tau_1) & 0 & 0 \\ 0 & \sigma(\tau_{02}) - \sigma(\tau_{02} + \Delta\tau_2) & 0 \\ 0 & 0 & \sigma(\tau_{03}) - \sigma(\tau_{03} + \Delta\tau_3) \end{pmatrix}. \quad (18)$$

Здесь символом $\sigma(\cdot)$ обозначены соответствующие функции Хевисайда, а τ_{0i} – время начала действия каждой i -ой связи. Предполагается, что тем самым мы можем установить порядок обслуживания каждой связи (расписание движения на маршруте). Уравнение (18) выражает зависимость связей от времени. Очевидно, что аналогичными формулами можно описать и маятниковые маршруты, на части (или на всей длине) обратных пробегов которых осуществляется перевозка грузов. В таком случае размер матрицы (18) будет равен 2×2 .

Для особо малой системы с кольцевым маршрутом можем записать модель:

$$\left\{ \begin{array}{l} \Gamma = \Gamma(t); \\ \rho = \rho(t); \\ \tau_0 < t \leq \tau_0 + \Delta\tau_{max}; \\ n_r^t = [[Q_e/q\gamma] \cdot q_w \cdot (t - \tau_0) / Q_e]; \\ q_{wii} = \frac{\mu_i \mu_{\pm i}^q}{\mu_i + \mu_{\pm i}^q} q\gamma; \\ n_r(t) = \sum_{i=1}^n n_{ii}; \\ i = 1, 2, \dots, n. \end{array} \right. \quad (19)$$

Здесь граф $\Gamma = \Gamma(t)$ может быть представлен соответствующей схемой, диагональная матрица номеров ездов n_r^t выражается через матрицу провозных возможностей q_w , которая имеет компоненты q_{wii} . Матрица τ_0

представляет собой объект с компонентами, которые задают время начала действия каждой связи (расписание, или временную последовательность объезда пунктов загрузки). Предполагается, что операции [.] и [.] действуют поэлементно. Величина $n_r(t)$ показывает общее число ездов, выполненных в системе в момент времени t . Индекс i определяет номер связи, общее количество которых равно n . Модель (19) легко обобщается на случай стохастических процессов аналогично выражениям (17).

Пример описания дуальной системы. Представим, что рассматривается система потребления, которая работает по схеме "от многих к одному", т.е. эту систему обслуживают несколько транспортных микросистем, которые восполняют запасы ресурсов различных видов. Каждая транспортная микросистема снабжает систему потребления только одним видом ресурса. При этом устанавливаются линейные законы расходования всех ресурсов в этой системе, которая является дуальной по отношению к микросистемам транспорта. Предположим, что срок жизни такой системы удовлетворяет неравенству $\Delta t \gg \Delta \tau_{max}$, где $\Delta \tau_{max}$ – максимальная продолжительность функционирования какой-либо из транспортных систем. Предполагается, что все микросистемы работают с автомобилями одной и той же грузоподъемности и обслуживаются последовательно одним каналом разгрузки. При этом очереди отсутствуют. Тогда для случая непрерывных детерминированных процессов можем записать:

$$\left\{ \begin{array}{l} \tau_0 \leq t \leq \tau_0 + \Delta \tau_{max}; \\ Q_{ei}\pi_i(t) = (t - \tau_0)q_{wi}; \\ G_i\pi_i^q(t) = Q_{ei}\pi_i(t) - (t - \tau_0)q_i; \\ G(t) = \sum_{i=1}^n G_i\pi_i^q(t); \\ q_{wi} = \frac{\mu_i\mu_{\pm}^q}{\mu_i + \mu_{\pm}^q} q; \\ i = 1, \dots n. \end{array} \right. \quad (20)$$

Система (20) описывает динамику простой транспортно-логистической системы, в которой обозначено: Q_{ei} – объем перевозок для i -ой микросистемы; G_i – емкость ресурса (продукта) на складе дуальной системы; $\pi_i^q(t)$ – характеристика процесса в дуальной системе, представляющая собой долю запаса в текущий момент времени; q_i – интенсивность расхода запаса вида i ; $G(t)$ – суммарный текущий уровень запасов на складе. Полагается, что процессы погрузки в другой дуальной системе влияют на работу рассматриваемой системы (μ_{\pm}^q).

Система (20) легко может быть модифицирована для случая дискретных случайных событий.

Связь с теорией макросистем. Отметим, что в работе²¹ дается развернутая классификация автотранспортных систем доставки грузов. В частности, отмечается, что для успешной классификации необходимо учитывать иерархическое устройство транспортных систем, а также характер решаемых задач. Указывается, что "в зависимости от таких признаков как мощность осваиваемых грузовых потоков, закономерностей влияния технико-эксплуатационных показателей на эффективность системы и работы транспортных средств, возможности применения различного математического аппарата для описания систем и решения задач управления процессами и в соответствие с их иерархическим расположением все транспортные системы можно разделить на: микросистемы, особо малые системы, малые системы, средние системы, большие системы, особо большие системы, суперсистемы" (там же, с. 74). При этом первые два типа систем по условиям перевозок не должны иметь более одного автомобиля. В настоящее время достаточно хорошо проработана теория транспортных систем, включающая, кроме указанных, малые и средние системы²². Относительно систем более крупных масштабов можно сделать вывод: в настоящее время, в связи с усложнением различных видов транспортных и транспортно-экспедиторских компаний, с отсутствием централизованного административного управления со стороны министерства транспорта РФ, направленного на формирование устойчивых подразделений грузового и пассажирского автомобильного транспорта, требуется некоторый пересмотр определений, указанных в работе²⁰ для больших, особо больших и суперсистем.

Не останавливаясь на повторении определений этих систем, отметим, что там же²⁰ дается указание на то, что для таких систем применяются описательные модели типа развития, "спроса-предложения", моделей эластичности и др. Тем самым подчеркивается, что в моделях таких систем невозможно детальное описание микропроцессов, т.е. процессов с отдельными автомобилями. Когда наступает предел математических возможностей для учета единичных факторов, приходится пользоваться аппаратом статистических функций или функций, описывающих коллективные переменные для

²¹ Миротин Л. Б., Николин В. И., Ташбаев Ы. Э. Транспортная логистика. М.-Омск, 1994. 236 с.

²² Николин В. И., Витвицкий Е. Е., Мочалин С. М. Грузовые автомобильные перевозки. Омск: Изд-во "Вариант-Сибирь", 2004. 480 с.

всей системы. Вообще говоря, этот подход может быть объединен *теорией макросистем*²³.

Теория макросистем оперирует объектами, которые могут находиться в различных состояниях, образующих классы. При этом огромное число элементов могут случайно и независимо друг от друга попадать в любое состояние из подмножеств каждого класса. При этом микросостоянием системы называется размещение элементов, от 1-го до Y -го, по состояниям из подмножеств $\sigma_1, \dots, \sigma_m$. Под макросостоянием будем понимать размещение определенного количества элементов по подмножествам $\sigma_1, \dots, \sigma_m$.

В частности, в такую схему укладывается описание распределения пассажиров по маршрутам или транспортным средствам. Такой же подход может использоваться при размещении всех грузовых транспортных средств по дугам УДС, и т.д. При этом в теории важно, что стохастическое поведение каждого из элементов преобразуется в детерминированное состояние самой системы.

Из сказанного можно предположить, что макросистемный подход поможет сформировать классификацию транспортных систем высшего порядка, а также выполнить их детальное описание. При этом на том уровне, какой предлагает теория макросистем, уже не может быть достаточно четких границ между системами, и как следствие одни и те же модели систем могут использоваться для описания совершенно разных объектов. Поэтому, далее мы будем говорить о классификации моделей транспортных систем.

Случайное поведение элементов макросистемы преобразуется во множество возможных макросостояний, характеризуемых вектором $N = \{N_1, \dots, N_m\}$. Координаты этого вектора – числа заполнения подмножеств – могут с ненулевой вероятностью принимать значения от 0 до Y для эйнштейн-состояний и от 0 до G_n для ферми- и больцман-состояний. Известно, что в эйнштейн-состоянии может находиться любое количество элементов, в ферми-состоянии может быть только один элемент, а среднее количество элементов в множествах больцман-состояний существенно меньше их емкости.

Если известны емкости макросостояний, то могут быть вычислены вероятностные характеристики макросистемы, при условии что имеются априорные вероятности попадания элемента в подмножество состояний. Это дает возможность получить функцию распределения вероятностей возможных макросостояний, а также физическую и информационную энтропии. В

²³ Попков Ю. С. Теория макросистем: Равновесные модели. М.: Эдиториал УРСС, 1999. 320 с.

теории макросистем показано, что для всех видов состояний обобщенная информационная энтропия имеет единственный максимум, "острота" которого возрастает с ростом числа элементов в системе. Это свидетельствует о наличии стационарных состояний в макросистемах, поиск которых представляет собой важный класс задач. Другим классом задач является поиск условий оптимальности для макросистем с ограничениями.

Каким образом может быть установлена связь с моделями вида (13) или (17)? Эта связь выражается в том, что макросистема с ресурсами представляет собой тот или иной вариант дуальной системы по отношению к транспортной. Тогда, чтобы классифицировать транспортные системы, нам нужно некоторым образом различать системы хранения и распределения ресурсов. Такие системы имеют существенные различия по масштабам, количеству ресурсов в них, способам их расходования и восполнения, а также по характеру их обслуживания транспортными системами. Все это приводит к мысли о том, что наличие математических моделей дуальных систем позволит определить характеристики функционирования транспортных систем. Таким образом, от формулировки макроскопической модели для систем расходования ресурсов мы можем перейти к формулировке модели транспортной макросистемы. Чтобы детальнее рассмотреть такой переход, сделаем это для транспортных и дуальных систем на примере малой транспортной системы.

Пример. Малая автотранспортная система.

Предположим, что в малой системе работает m автомобилей, которые перемещаются по одному кольцевому маршруту. Предполагается также, что все автомобили имеют одну и ту же грузоподъемность, а также одинаковые интенсивности всех операций транспортного процесса, что легко обобщить на иные случаи. Тогда можем записать модель малой автотранспортной системы в виде:

$$\left\{ \begin{array}{l} \Gamma = \Gamma(t); \\ \rho = \rho(t) = \bigcup_{j=1}^m \rho_j(t); \\ \tau_{0min} < t \leq \tau_{0max}; \\ n_{rj}^t = \left[\left[\frac{Q_{ej}}{q\gamma} \right] \cdot q_w \cdot (t - \tau_{0j}) \cdot Q_{ej} \right]; \\ q_{wii} = \frac{\mu_i \cdot \mu_{\pm i}^q}{\mu_i + \mu_{\pm i}^q} q\gamma; \\ n_r(t) = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n n_{ij}; \\ i = 1, 2, \dots, n; \\ j = 1, 2, \dots, m. \end{array} \right. \quad (21)$$

Здесь для каждого транспортного средства задается собственная матрица Q_{ej} , которая определяет его задание на перевозку в каждый пункт разгрузки на маршруте. Кроме этого, должна быть задана матрица времени начала действия каждой связи для j -го автомобиля τ_{0j} . Общее количество ездов с грузом, совершенных системой, определяется как и раньше, суммой $n_r(t)$. Система существует с самого раннего времени подачи первого транспортного средства на пункт погрузки τ_{0min} и до окончания последней операции разгрузки каким-то из автомобилей τ_{max} .

Модель (21) легко обобщается также на случай стохастических процессов аналогично выражениям (17). Заметим, что модель (21) используется для расчетов уже спроектированной системы, при этом должны быть известны все параметры, которые позволят получить необходимые характеристики. Для решения задачи проектирования транспортной системы должны использоваться другие модели, разработка которых представляет собой специальную задачу.

Пример. Рассмотрим модель простейшей пассажирской транспортной системы – одиночного маршрутного транспортного средства (МТС) с номинальной пассажироместимостью q . Сформулируем необходимые допущения. Во-первых, модель строится как стохастическая, а не детерминированная. Во-вторых, для системы предполагается наличие маршрута, который соответствует прямому рейсу, а для обратного рейса модель строится аналогично и может учитывать возможные отличия топологии транспортного графа. При этом маршрут имеет n участков (перегонов). В-третьих, матрица действующих связей $\rho = \rho(t)$ имеет треугольный вид:

$$\rho(t) = \begin{pmatrix} \sigma(\tau_{01}) - \sigma(\tau_{01} + \Delta\tau_1) & \dots & \sigma(\tau_{01}) - \sigma(\tau_{0n} + \Delta\tau_n) \\ \dots & \dots & \dots \\ 0 & \dots & \sigma(\tau_{0n}) - \sigma(\tau_{0n} + \Delta\tau_n) \end{pmatrix}.$$

Этим самым утверждается, что из тех пассажиров, которые совершили посадку в МТС на первом остановочном пункте, в общем случае кто-то будет совершать высадку на каждом из последующих, включая окончание маршрута. И это утверждение верно для каждого остановочного пункта, кроме конечного.

Для построения уравнения транспортного процесса используем формулы (5) $L = q./\rho_w$ и (6), которую запишем для стохастического случая:

$$X_{\pi}(t) = (X_q / X_{\rho_w}) \cdot (t - X_{\tau_0}). \quad (22)$$

Таким образом, это уравнение выражает долю использования провозной возможности (относительной выработки) системы как функцию времени. Здесь X_q – треугольная матрица провозных возможностей маршрутного транспортного средства (пасс/час), а X_{ρ_w} – треугольная матрица количества доставленных пассажиров. Треугольная матрица времени $(t - X_{\tau_0})$ имеет одинаковые ненулевые компоненты в строках и учитывает случайный характер отправления МТС от остановочных пунктов:

$$(t - X_{\tau_0}) = \begin{pmatrix} t - X(\tau_{011}) & \dots & t - X(\tau_{011}) \\ \dots & \dots & \dots \\ 0 & \dots & t - X(\tau_{0nn}) \end{pmatrix}.$$

Обратим внимание, что все матрицы состоят из компонентов – случайных величин.

Матрица провозных возможностей имеет вид:

$$X_q = \begin{pmatrix} \frac{X_{\mu 11} \cdot X_{\mu \pm 11}^p}{X_{\mu 11} + X_{\mu \pm 11}^p} & \dots & X_{q1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ 0 & \dots & \frac{X_{\mu nn} \cdot X_{\mu \pm nn}^p}{X_{\mu nn} + X_{\mu \pm nn}^p} \end{pmatrix} q.$$

В этой матрице компоненты X_{qij} случайной величины интенсивности операций на $(i-j)$ -перегоне вычисляются по формуле:

$$X_{qij} = \frac{X_{\mu ii} \cdot X_{\mu \pm ii}^p \cdot X_{\mu i, i+1} \cdot X_{\mu \pm i, i+1}^p \cdot \dots \cdot X_{\mu ij} \cdot X_{\mu \pm ij}^p}{X_{\mu ii} + X_{\mu \pm ii}^p + X_{\mu i, i+1} + X_{\mu \pm i, i+1}^p + \dots + X_{\mu ij} + X_{\mu \pm ij}^p} = \frac{\prod_{k=i}^j X_{\mu ik} \cdot X_{\mu \pm ik}^p}{\sum_{k=i}^j X_{\mu ik} + X_{\mu \pm ik}^p};$$

$X_{\mu ij}$ – случайная величина интенсивности операций транспортировки пассажиров; $X_{\mu \pm ij}^p$ – случайная величина интенсивности операций транспортного процесса, отличных от транспортировки (посадка пассажиров перед движением по $(i-j)$ -перегону и высадка после и др.). Подставляя последнюю формулу в (22), получим:

$$\mathbf{X}_\pi(t) = \begin{pmatrix} \frac{X_{\mu 11} \cdot X_{\mu \pm 11}^p}{X_{\mu 11} + X_{\mu \pm 11}^p} & \dots & X_{q1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ 0 & \dots & \frac{X_{\mu nn} \cdot X_{\mu \pm nn}^p}{X_{\mu nn} + X_{\mu \pm nn}^p} \end{pmatrix} \cdot (\mathbf{X}_{\rho_w} / q) \cdot (t - \mathbf{X}_{\tau 0}) = (\mathbf{x}_w / \mathbf{X}_\gamma) \cdot (t - \mathbf{X}_{\tau 0}),$$

где $\mathbf{X}_\gamma = (\mathbf{X}_{\rho_w} / q)$ – треугольная матрица случайных "коэффициентов использования пассажироместимости для $(i - j)$ -корреспонденций". Матрица $\mathbf{x}_w = \mathbf{X}_q / q$.

Тогда искомая модель системы запишется:

$$\left\{ \begin{array}{l} \Gamma = \Gamma(t); \\ \rho = \rho(t); \\ \tau_{01} < t \leq X_{\tau 0n} + X_{\Delta \tau n}; \\ \mathbf{X}_\pi(t) = (\mathbf{x}_w / \mathbf{X}_\gamma) \cdot (t - \mathbf{X}_{\tau 0}); \\ \mathbf{x}_w = \begin{pmatrix} X_{q11} & \dots & X_{q1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ 0 & \dots & X_{qnn} \end{pmatrix}; \\ X_{qij} = \frac{\prod_{k=i}^j X_{\mu ik} \cdot X_{\mu \pm ik}^p}{\sum_{k=i}^j X_{\mu ik} + X_{\mu \pm ik}^p}; \\ n_p(t) = \sum_{j=i}^n \sum_{i=1}^n \rho_{wij} = q \sum_{j=i}^n \sum_{i=1}^n \gamma_{ij}; \\ i = 1, 2, \dots, n; \\ j = i, i + 1, \dots, n. \end{array} \right. \quad (23)$$

Модель (23) определяет, в частности, общее количество перевезенных пассажиров: $n_p(t) = \sum_{j=i}^n \sum_{i=1}^n \rho_{wij} = q \sum_{j=i}^n \sum_{i=1}^n \gamma_{ij}$.

Кажется достаточно очевидным, что представленная здесь простейшая модель соответствует модели особо малой системы грузовых автомобильных перевозок, так как в ней используется не более одного ТС, при реализуется маршрут, объемы перевозок на котором могут быть выражены матрицей, а не числом. Следующим шагом может быть построение модели пассажирской транспортной системы, где имеется несколько МТС, работающих на одном маршруте. Очевидно, что аналогом такой модели является малая система грузовых автомобильных перевозок. Таким образом аналог микросистемы для пассажирских перевозок должен иметь маршрут, который состоит из двух пунктов с перевозкой пассажиров в одном направлении (например, работа служебного транспорта, перевозка смены вахтовиков и т.п.).

Заключение и выводы. Понятия «транспортная система» и «транспортный процесс» неразрывно связаны между собой. Транспортный процесс – это деятельность транспорта, направленная на обеспечение перевозки грузов и пассажиров, т.е. комплекс операций, выполняемых при доставке грузов и пассажиров из пунктов отправления в пункты назначения. Транспортный процесс состоит из нескольких операций, включая операции подготовки, погрузки (посадки), транспортирования, разгрузки (высадки) и заключительные операции.

Структура транспортного процесса включает в себя: маркетинг грузо- и пассажиропотоков; разработку на основе материалов обследования рациональных маршрутных схем; выбор типа и определение необходимого количества подвижного состава; определение сферы целесообразного использования подвижного состава в зависимости от конкретных условий; нормирование скоростей движения подвижного состава; выбор схем движения автотранспорта с использованием рациональных режимов труда и отдыха водителей; координацию работы автотранспорта с другими видами транспорта; анализ дорожных условий, в целях разработки эффективных и безопасных маршрутов движения подвижного состава; обеспечение эффективных и безопасных перевозок пассажиров и грузов; применение экономико-математических методов и расчетов для повышения эффективности использования подвижного состава и снижения затрат на перевозках²⁴.

Для построения математических моделей интеллектуальных транспортных систем необходимо описать следующие элементы: транспортные районы; узлы транспортной сети, отрезки транспортной сети, повороты в узлах транспортной сети, светофорные объекты, примыкания транспортных районов к сети, остановки (зоны остановки и пункты остановки) общественного транспорта, маршруты общественного транспорта, области, служащие для отображения административно-территориальных единиц, системы транспорта, матрицы корреспонденции.

Дополнительными управляющими воздействиями при реализации ИТС будут: перенаправление трафика на более свободные участки улично-дорожной сети, запрет (ограничение) на выезд из придомовых зон и перехватывающих парковок в часы «пик», предложение смены вида транспорта для завершения намеченного маршрута (услуги перехватывающих парковок с последующей пересадкой на общественный транспорт).

ИТС позволяют собирать большие массивы информации о передвижении участников дорожного движения и адаптировать схемы движения под

²⁴ Логистика автомобильного транспорта / В. С. Лукинский, В. И. Бережной, Е. В. Бережная и др. М.: Финансы и статистика, 2004. 368 с.

конкретного «активного пассажира», понятие которого раскрывается в публикациях²⁵ и ²⁶. Данное нововведение позволит отслеживать спрос на передвижение, формировать необходимое количество подвижного состава по заданным направлениям и оптимизировать городскую маршрутную транспортную систему, минимизируя время доставки пассажира.

Для эффективного внедрения и распространения интеллектуальных транспортных систем в городах, необходимы научные разработки в сфере информационных технологий, технологий сбора, хранения и обработки больших объемов информации, построение математических моделей ИТС, транспортных потоков, прикладные исследования по оптимизации улично-дорожной сети и организации грузовых и пассажирских перевозок.

Внедрение ИТС (интеллектуальных транспортных систем) может существенно изменить структуру транспортного процесса, повлечь за собой включение новых операций, изменение содержания традиционных операций, расширить цели поездок (перевозок) и видоизменить управление процессами.

Новизна научного подхода, рассмотренного в данной работе, заключается в следующем:

1. Расширено понятие "транспортный процесс с использованием ИТС".
2. Представлено математическое описание транспортного процесса в виде основного уравнения транспортного процесса в динамической постановке, которое позволяет учитывать сложную структуру процесса с произвольным количеством операций, учитывающим также операции, происходящие в интеллектуальной транспортной системе
3. Представлен широкий набор различных моделей транспортных систем, включая грузовые, пассажирские, транспортно-логистические системы.

Дальнейшие исследования имеет смысл проводить в направлении моделирования транспортных систем, разработки программного обеспечения для ИТС, проведение имитационных и натурных экспериментов, а также разработки стратегии управления дорожным движением при помощи ИТС с элементами искусственного интеллекта.

²⁵ Агуреев И. Е., Пышный В. А., Куценко Л. Е. Вопросы управления городскими транспортными системами // Современные социально-экономические процессы: Проблемы, закономерности, перспективы. Пенза, 2017. С. 72-94.

²⁶ Агуреев И. Е., Ахромешин А. В., Пышный В. А. К вопросу оптимизации маршрутной сети города с применением интеллектуальных транспортных систем // Современные технологии: Актуальные вопросы, достижения и инновации. Сборник статей XIV Международной научно-практической конференции. Пенза, 2018. С. 45-50.

Глава 2. Методы бизнес – информатики для повышения эффективности корпоративного управления

2.1. Управление корпоративными отношениями

Автоматизация и освоение новых технологий производства потребовали децентрализации управления созданием технологических новшеств. В этих условиях успеха стали добиваться работники, способные к проявлению инициативы и самостоятельным нестандартным решениям. Постепенно произошёл переход к системе «гибкой специализации», призванной быстро и адекватно реагировать на изменяющиеся потребности рынка и включающей в себя такие элементы, как мобильность объёмов производства, гибкость производственных процессов и организационных форм, изменение уровня занятости, безусловного владения работниками соответствующими информационными технологиями и практического использования их в бизнес-процессах организации. По мере развития разно уровневых систем управления и внедрения матричных организационных структур, в предпринимательских структурах постепенно созревали условия для передачи полномочий на более низкий уровень, при условии осознания значимости работниками конкретного бизнес-процесса в общей бизнес - структуре организации. При этом преимущество получали работники, обладавшие выраженным творческим потенциалом и организаторскими способностями. Непосредственным же толчком для поистине значительных и впечатляющих перемен стал радикальный сдвиг от производства материальных благ к производству услуг и далее, к доминированию информационного сектора, под знаком которого прошли 1980-1990-е годы²⁷.

Таким образом, логика социально-экономического развития поставила для решения в начале 1980-х годов проблему глубокой реорганизации менеджмента на основе инновационных и организационных принципов, основанных на усвоении информационных технологий и процессного подхода к организации.

Теоретически наиболее полно организационные инновации в тот период времени были представлены в работах Т.Питерса и Р.Уотермена «В

²⁷ G. Hofstede, Culture's Consequences, Comparing Values, Behaviors, Institutions, and Organizations Across Nations. Thousand Oaks CA: Sage Publications, 2001

поисках совершенства» и «Стремление к совершенству», в работе Э. Тоффлера «Адаптивная корпорация», а также в работе Дж. Нейсбита и П. Абардина «Перестройка корпорации» в которой значительная часть идей относится к организациям в сфере информационных технологий, науки и сферы услуг²⁸.

Организационную философию, которую выдвинули эти авторы, можно выразить так: «В новом информационном обществе финансовый капитал вытеснен человеческим в качестве стратегического в каждом из рассматриваемых бизнес-процессов. Люди и прибыль в производстве взаимосвязаны»²⁹.

Это утверждение станет яснее, если остановиться на принципах реформирования корпорации³⁰: лучшие и наиболее одарённые люди будут привлечены теми корпорациями, которые создадут условия для их личного продвижения; новая роль менеджера - это роль тренера, учителя и наставника; лучшие люди хотят иметь долю в компании - духовно и практически, и лучшие компании обеспечивают им эту возможность; компании всё больше будут пополняться разнообразной рабочей силой посредством договоров и будут переходить от наёмного труда к работе по договору; авторитарное управление уступает управлению, ориентированному на людей с хорошими коммуникативными возможностями; предпринимательство внутри корпорации (интрапренерство) - внутренняя инициатива, которая создаёт новые виды продукции и новые рынки, даёт импульс новой жизни компании; качество приобретает первостепенное значение; интуиция и творчество бросают вызов той школе предпринимательства, чья философия - «всё в цифрах»; большие корпорации воспринимают положительные и продуктивные стороны малого предпринимательства; подъём информационной экономики вызвал массовое замещение проблем инфраструктуры качеством жизни.

Следует отметить, что данные принципы относятся прямо к человеку предпринимательской структуры, к его качествам, деятельности и инициативе. Существует также формулировка новой управленческой парадигмы: реорганизация предприятия подчиняется принципу - от персонала предприятия к его бизнес-структурам и механизмам в противовес до сих пор существующей парадигме, которая требовала от человека приспособляться и

²⁸ Евсеев В.А., Высоцкая Н.В., Кибина И.И. Управление корпоративными отношениями в российских компаниях: практики и модели / Под ред. С.Е. Литовченко. - М.: Ассоциация менеджеров, 2009. - 56 с.

²⁹ Kotter J.P. What leaders really do. A harvard business review book. 1999. S.184

³⁰ Билан О.А., Бочкарева И.В. Взаимодействие систем корпоративной культуры и мотивации труда персонала организации: монография. -- Екатеринбург: Институт экономики УрОПАН, 2008. 122с.

адаптироваться к организационным инновациям. Работники и их таланты становятся наиболее ценными ресурсами предпринимательской структуры, а развитие трудового потенциала превращается в статью инвестиций, а не затрат, как в традиционных предпринимательских структурах³¹.

Обобщая взгляды на постиндустриальные предприятия, можно выделить следующие основные особенности, которые отличают их от традиционной индустриальной предпринимательской структуры.

В настоящее время складывается и укрепляется целевая ориентация развития от иерархических структур к гибкой автономизированно-информационной структуре. В отличие от предприятия индустриального типа, представляющего собой вертикальную структуру, постиндустриальный субъект хозяйствования становится совокупностью трудовых ресурсов, внутри которых иерархический принцип управления оказывается неэффективным³². Каждый состав работников имеет свои цели, ценности и мотивы, своих лидеров и по сути дела оформлен как некая завершённая организационно-правовая структура, а задачей управления становится «вписывание» его в бизнес-процессы организации, путем формулирования целевой ориентации предпринимательской структуры.

Стратегии целевой ориентации предпринимательской структуры на достижение экономического роста и расширения состава конкурентных преимуществ способствует переходу от централизованного управления к модульной организации, преимущественное использование команд. Как показывает опыт, бюрократические системы, последовательно внедряя дисциплину командной направленности, не обладают достаточным разнообразием средств и гибкостью для решения быстро меняющихся проблем. Между тем каждое действенное организационное новшество в управлении опирается на силу трудового ресурса (работников), на межфункциональные и межлинейные рабочие группы, обеспеченные соответствующими информационными ресурсами (базами данных, системами поддержки и принятия решений и т.д.) позволяющими реализовать стратегические и текущие бизнес-цели. Предприятия становятся более информированными, когда они находят возможности использовать разнообразные знания каждого члена персонала для общих целей развития. Следствием становится качественно новый тип координации деятельности, который в современной литературе

³¹ Oden X.W. Managing Corporate Culture, Innovation and Intrapreneurship. Westport, Conn.: Quorum Books. 1997.

³² Барков С.А. Теория организации: институциональный подход. -- М.: КДУ, 2009.-296 с.

рассматривается как работа в составе команды (teamwork), или ассоциированная деятельность.

В условиях современного производства ассоциированный тип деятельности, в соответствии с нашими представлениями, имеет два принципиальных преимущества. С одной стороны, он раскрепощает инициативу творческих работников, стимулирует их к созданию и внедрению новшеств и позволяет переносить, принятие ответственных решений на возможно более низкий уровень организационной иерархии. С другой стороны, небольшая мобильная группа открывает возможности для интерперсонального взаимодействия творческих личностей, в котором возникает чувство коллективного действия, уравниваются индивидуалистические стремления, формируются мотивационные ориентиры, разделяемые всеми участниками, и климат доверия³³.

Стратегия целевой ориентации предпринимательской структуры в существенной степени зависит от переноса акцента с отдельных производственных операций на процесс создания продукции в целом, осуществления перехода от выполнения отдельных функций к работе над проектами³⁴.

Главной задачей современных работников в процессе реализации стратегии целевой ориентации выступает уже не модификация готовой продукции, а максимальное совершенствование приводящих к её созданию бизнес-процессов - от непосредственного производства до инновационных преобразований. С переходом персонала от статичной работы к решению ряда проблем, по нашему мнению, появляется необходимость использовать проектное управление.

Каждый проект требует, как правило, создания междисциплинарных групп, где функции контроля переходят от бюрократической системы к проектным командам. В постиндустриальной предпринимательской структуре вовлеченность работников в проектные группы позволяет оперативно выявить все проблемные решения бизнес-процессов. При этом активно используется механизм обратной связи с потребителями; постиндустриальная организация, как правило, не следует текущей хозяйственной конъюнктуре, а формирует её, предлагая клиентам качественно новые продукты или услуги; от неквалифицированной к интеллектуальной работе⁸.

³³ Билан О.А., Бочкарева И.В. Взаимодействие систем корпоративной культуры и мотивации труда персонала организации: монография. -- Екатеринбург: Институт экономики УрОРАН, 2008. 122с.

³⁴ Асаул, А. Н. Культура организации: проблемы формирования и управления / Асаул А. Н., Асаул М. А., Ерофеев П. Ю., Ерофеев М. П. - СПб.: «Гуманистика», 2010. - С. 112.

В современных условиях всё большее число работ основывается на знаниях. На предприятиях уже нет необходимости в многочисленной неквалифицированной рабочей силе для сборочных линий, большая часть работ требует технических знаний и обученных работников. Более того, в настоящее время меньшее число работников занято непосредственным производством продукции, а основное количество сотрудников предприятия выполняет такие виды деятельности, как маркетинг и экономический анализ, техническое проектирование и конструирование, бухгалтерский учёт, программирование и управление. Это требует профессионального опыта и знаний. Аналогичная тенденция наблюдается и в учреждениях сферы услуг. Более 30% рабочих мест в промышленно развитых странах уже заняты интеллектуальными работниками, которые составляют ядро персонала постиндустриального предприятия. Поэтому сама природа умственного труда, который включает сбор информации, творческий поиск, эксперименты, означает, что менеджеры не могут управлять такого рода работниками традиционными методами³⁵.

Стратегия целевой ориентации предпринимательских структур на повышение темпов экономического роста, расширение состава конкурентных преимуществ в существенной степени зависит от решения шаблонных задач инновационной деятельности. В настоящее время однообразная рутинная работа постепенно исчезает, от работников требуется проявление инициативы, мобильности и творчества.

Для внедрения новшества необходим интрапренёр предприятия, который определяет направления использования ресурсов для получения дохода и создания дополнительных рабочих мест. В свою очередь, менеджеры добиваются экономически результативного выполнения работы, если исполнители чувствуют, что проявляется внимание к ним и работе их группы. Творчество и совместная работа требуют заинтересованного отношения, личной ответственности, гибкости в мышлении и действиях, атмосферы доверия.

Стратегия целевой ориентации предпринимательской структуры на достижение высокого уровня конкурентных преимуществ должна быть подчинена соблюдению принципа от одной профессии к широкой специализации. Присущие бюрократической направленности деятельности узкая специализация и излишнее число работников делает эту систему дорогой и

³⁵ Камерон К. Диагностика и изменение организационной культуры/ К. Камерон, Куинн Р.; пер. с англ. под ред. И.В. Андреевой. - СПб.: Питер, 2011.-320 с.

негибкой. В постиндустриальной предпринимательской структуре ответственность переходит к рабочим группам, а работники переходят на следующую ступень должностной иерархии с ростом их квалификации. В этих условиях вновь возникающие производственно-хозяйственные задачи решаются не за счёт увеличения числа работников, а на основе повышения их квалификации и взаимозаменяемости, усиления гибкости рабочей силы путем проведения организационного обучения.

Стратегия долгосрочной целевой ориентации развития предприятия должна учитывать соблюдение принципа от координации сверху к коммуникациям на каждом уровне. В традиционной индустриальной предпринимательской структуре в обязанности работников не входит координация работы друг с другом на своем уровне. В постиндустриальном предприятии большая часть межфункциональных связей и даже многие общие проблемы решаются на уровне рабочих групп, включающих работников всех функциональных подразделений, имеющих полномочия принимать решения по всем производственным задачам. Эти группы работают сообща как интрапренёры широкого профиля. Они занимаются изучением рынка, определением стоимости изделия, его характеристик, внешнего вида и методов работы. В результате интеграция достигается не иерархическим (разноуровневым) путём, а на одном межфункциональном коммуникационном уровне. Таких коммуникаций много, поскольку каждый важный процесс выходит за организационные рамки. При этом отношения отчуждённости, формальности и неравенства заменяются отношениями открытости, честности и относительного равенства³⁶.

Стратегия целевой ориентации на расширение состава конкурентных преимуществ должна формироваться с учётом перехода от повышения квалификации к непрерывному организационному обучению. Организационное обучение (organizational learning) необходимо, чтобы постоянно изменяться, расти в конкурентной экономической среде и условиях ускоряющихся технологических нововведений. Предприятия, которые не обучают свой персонал, включая менеджеров (и соответственно не изменяются) в условиях быстрых перемен внешней среды, считаются обречёнными³⁷.

Отсюда можно сделать вывод о том, что необходимо создавать группы, обучающиеся в процессе деятельности, сосредотачивать внимание

³⁶ Капитонов Э. А., Зинченко Г. П., Капитонов А. Э. Корпоративная культура: теория и практика. М.: Альфа-Пресс, 2005. 352 с.

³⁷ Сивальнева Т. Корпоративная культура в системе категорий экономической науки. // Управление персоналом. - 2007. - № 18 (172). - С. 53-

на необходимости *генерирования новых идей* в процессе обучения. Организационное обучение базируется главным образом на обучении посредством постановки вопросов, получения доказательств, обсуждения выводов, основанных на обобщении практического опыта. Его основной идеей является организация групп для того, чтобы у каждой из них были две задачи: одна - решить проблему или выполнить проект; другая - обучаться в процессе выполнения задач, сделать получение знания достоянием всех участников, представить полученный материал руководству для последующего использования³⁸.

Формирование и успешная реализация стратегии целевой ориентации предпринимательской структуры зависит от управления знаниями, как основы развития постиндустриальной предпринимательской структуры³⁹. Наиболее перспективные теоретически разработки связаны в настоящее время с решающим значением *знаний*, для развития предприятий, деятельность которых все большей степени зависит от наличия информации, обучения персонала, создания и внедрения новшеств. Именно знания и компетентность персонала лежат в основе развития современных предпринимательских структур⁴⁰. Расширение доступа к знаниям, ставшее возможным благодаря информационной революции, меняет саму природу отношений на предприятии.

В настоящее время, когда информация и знания превратились в ведущий фактор производства, предприятия стали всё более зависимыми от возможностей работников эффективно использовать этот фактор в своей трудовой деятельности. Задача повышения производительности умственного труда потребовала «применения знания к получению знаний», что предполагает наличие у работника отнюдь не простых навыков стандартного выполнения той или иной рабочей операции, а акцента на проявлении таланта, инициативы и творческих возможностей в производственной деятельности.

Безусловно, даже в условиях современного технологического прогресса новые постиндустриальные предприятия не могут полностью вытеснить традиционные индустриальные, так как для развития социальных структур характерна высокая степень преемственности. Поэтому постиндустриальные предпринимательские структуры не устраняют индустриальные

³⁸ Билан О.А., Бочкарева И.В. Взаимодействие систем корпоративной культуры и мотивации труда персонала организации: монография. -- Екатеринбург: Институт экономики УрОПАН, 2008. 122с.

³⁹ Капитонов Э. А., Зинченко Г. П., Капитонов А. Э. Корпоративная культура: теория и практика. М.: Альфа-Пресс, 2005. 352 с.

⁴⁰ Сивальнева Т. Корпоративная культура в системе категорий экономической науки.// Управление персоналом. - 2007. - № 18 (172). - С. 53-

в той же мере, в какой постиндустриальное общество не может заместить индустриальное, но они отчётливо определяют тенденции своего развития. Тем не менее, эти новые реалии призваны, в значительной степени, изменить представления о методах управления, моделях функционирования и долгосрочного развития предпринимательских структур⁴¹.

В настоящее время функция управления трудовыми ресурсами превращается в инструмент долгосрочной стратегии, направленной на создание таких условий, при которых лучшие качества работников получили бы развитие и реализовывались на рабочем месте, создавались реальные возможности увеличения личного вклада каждого в общее дело. Прежде всего, это возможно на условиях развития творческого потенциала работников, когда практика управления человеческими ресурсами становится связующим звеном между обучением, инновационным процессом и творчеством⁴².

Все это, безусловно, требует принципиально иного подхода к управлению трудом, к его стратегической целевой ориентации на повышение темпов экономического роста, к формированию системы инновационного управления трудом, которая имеет свой объект и предмет исследования. Объектом системы управления трудом являются человеческие ресурсы предприятия, а предметом - развитие творческого потенциала и инновационной деятельности работников.

2.2. Совершенствование архитектуры предприятия при помощи оптимизации деловых коммуникаций

Вне зависимости от сферы деятельности, предприятие - это информационный узел, компонентами которого являются информационные потоки различного вида и различной направленности, а также внутренние и внешние коммуникации. Грамотное определение источников и потребителей информации является залогом успешного управления деятельностью организации. Руководителям разного уровня необходимо участвовать в распределении информационных потоков для того, чтобы каждый сотрудник фирмы получал качественную и полную информацию способствующую выполнению его должностных обязанностей и повышению уровня профессиональной компетенции. При этом необходимо учитывать, что

⁴¹ Асаул, А. Н. Культура организации: проблемы формирования и управления / Асаул А. Н., Асаул М. А., Ерофеев П. Ю., Ерофеев М. П. - СПб.: «Гуманистика», 2010. - С. 112.

⁴² Евсеев В.А., Высоцкая Н.В., Кибина И.И. Управление корпоративными отношениями в российских компаниях: практики и модели / Под ред. С.Е. Литовченко. - М.: Ассоциация менеджеров, 2009. - 56 с.

информация должна поступать на рабочие места в объёме достаточном для принятия решений и не быть излишней, так как это может отрицательно влиять на работу сотрудника. На рисунке 2.1 представлено схематическое отображение движения информационных потоков в организации ⁴³.

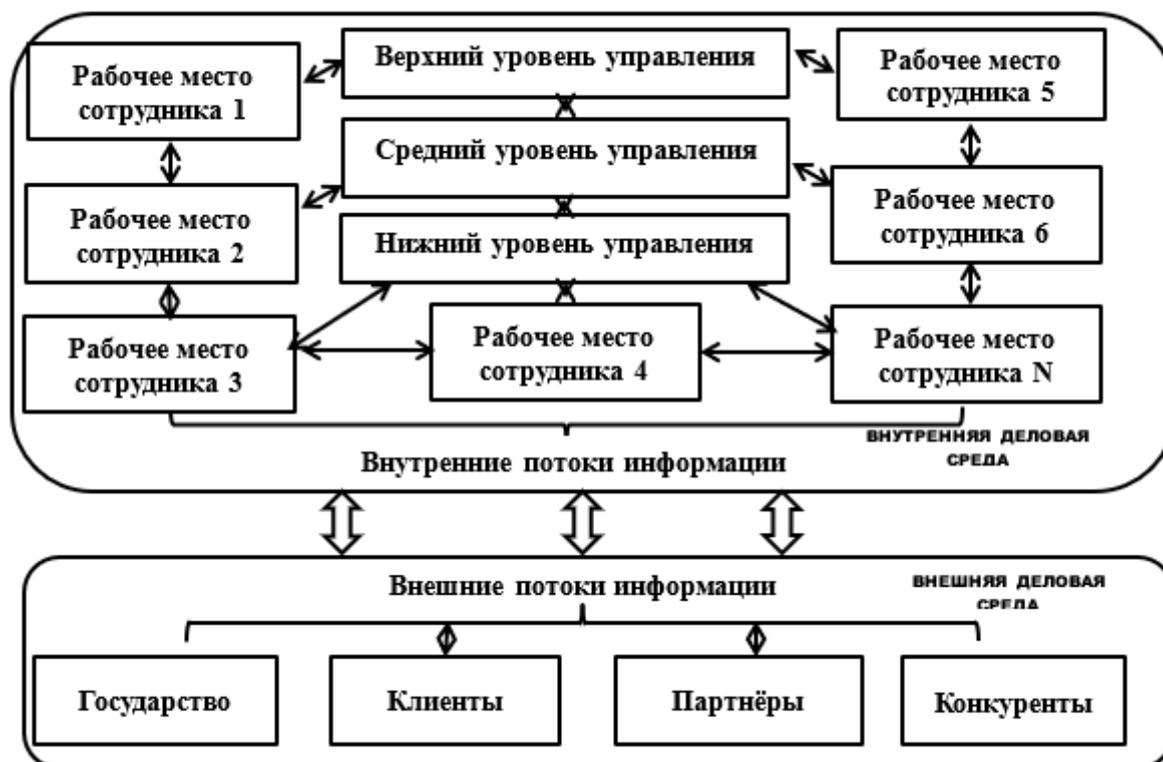


Рисунок 2.1. Схематическое отображение движения информационных потоков в организации.

Наиболее значимыми и популярными прикладными информационными технологиями способствующими повышению эффективности управления компанией сегодня являются системы электронного документооборота, информационные системы на базе интернет – технологий, в том числе средства электронной коммерции, а также организации и продвижения интернет - представительства компании, программные комплексы, позволяющие проводить автоматизацию управления персоналом. Следует также заметить, что эти направления могут работать независимо друг от друга, но могут

⁴³ Информационные технологии в туристической индустрии и сервисной деятельности (учебное пособие). 2-ое издание. Учебное пособие Издательство Государственного института экономики, финансов, права и технологий, г. Гатчина. 2018 г. Антошков А. В., Бенза Е. В., Бенза С.М., Драбенко В. А.

также быть органично встроены в автоматизированную систему корпоративного управления фирмой.

Понятие архитектуры предприятия подразумевает общее представление о предприятии как субъекте бизнеса, который имеет тактические и стратегические планы своей деятельности и развития. Структура деловых коммуникаций является способом связи функциональных подсистем организации, образующих архитектуру предприятия. Оптимизация деловых коммуникаций может быть одним из способов повышения качества корпоративного управления. Деловая коммуникация является наиболее востребованной формой общения в любой сфере деятельности. При помощи внешних и внутренних коммуникативных каналов организация получает, регистрирует, анализирует, классифицирует и систематизирует различного рода информацию, способствующую функционированию фирмы и её дальнейшему развитию. Правильно организованные внутренние и внешние деловые коммуникации в любом бизнесе помогут эффективно организовать выполнение бизнес – процессов и поспособствуют рациональному распределению рабочего времени сотрудников ⁴⁴.

Существуют различные способы, используемые в бизнес – информатике для решения этого вопроса. С развитием современных информационных технологий становится очевидным, что актуально рассматривать архитектуру предприятия как информационно – технологическую систему. В этом случае большое значение приобретают аспекты, связанные с обработкой и хранением данных, а также с защитой информации. Работы, проводимые в этом направлении, включают создание общего информационного пространства организации с регулированием прав доступа, координацию управлениями различного вида ресурсами, исключение дублирования бизнес – функций ⁴⁵.

Использование такого подхода позволит обеспечить организацию внутренних коммуникаций предприятия на более высоком уровне. Для этого необходимо выполнить следующие мероприятия:

- создать единую информационную базу организации с доступом к её ресурсам из внутренней и внешней деловой среды;

⁴⁴ Управление архитектурой предприятия: Учебное пособие. Пакет мультимедийных приложений/Кондратьев В. В. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 358 с.

⁴⁵ Гагарина Л.Г. Разработка и эксплуатация автоматизированных информационных систем: Учебное пособие. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013.

- предусмотреть способы распределения прикладных информационных технологий для функциональных подсистем, которые связаны с работой подразделений предприятия;
- выбрать методы решения задач, которые являются общими для всех подразделений фирмы, такие как, способы взаимодействия и интеграции ⁴⁶.

Если следовать вышеизложенным рассуждениям, то можно сказать, что прикладные информационные технологии являются инструментами автоматизации рутинных бэкофисных операций фирмы, в конечном счете, помогающими решать профессиональные задачи, а основное место выделяется созданию бизнес – модели, т.е. архитектуры предприятия и её функционированию. Поэтому дополнительные возможности, приобретенные за счёт внедрения в бизнес – процессы прикладных информационных технологий будут способствовать корректировке бизнес – архитектуры предприятия, а в итоге приведут к эволюции автоматизированных информационных систем, существующих и используемых в организации.

Одной из основных задач корпоративного управления предприятием является организация коммуникативных процессов и создания каналов взаимодействия с внешней (макро) средой и внутренней (микро) средой. Известно, что правильно организованные деловые коммуникации в микросреде предприятия способствуют эффективной работе фирмы, но если не уделить этому вопросу должного внимания, то их неверная структура и некачественное распределение информации могут привести к появлению большого количества разнообразных проблем, и, в итоге, к гибели организации. Основными характеристиками микросреды являются следующие параметры:

- организационная структура предприятия;
- цели и задачи организации в целом;
- цели и задачи каждой функционального подразделения (подсистем) организации;
- цели и задачи должностных лиц;
- применяемые технологии ⁴⁷.

В данной работе внутренняя среда предприятия рассматривается как

⁴⁶ Информационные технологии в управлении персоналом : учебник и практикум для прикладного бакалавриата / Ю. Д. Романова [и др.] ; Рос. экономический ун-т им Г. В. Плеханова. - М.: Юрайт, 2014. - 291 с.

⁴⁷ Информационные технологии в управлении персоналом : учебник и практикум для прикладного бакалавриата / Ю. Д. Романова [и др.] ; Рос. экономический ун-т им Г. В. Плеханова. - М.: Юрайт, 2014. - 291 с.

структура функциональных подсистем организации (различные уровни управления, подразделения, должностные лица) и коммуникативных каналов между ними. К внутренним коммуникациям относятся различные виды деловых коммуникаций внутри предприятия (устные и письменные, непосредственные и виртуальные, групповые и личные). Все они могут быть представлены в электронной форме, т.е. быть реализованы при помощи компьютерных технологий. Эффективные коммуникации в микросреде предприятия должны быть правильно реализованы во всех направлениях – в вертикальном (сверху вниз, снизу вверх) и в горизонтальном (между структурами, расположенными на одном уровне). Задачей органов управления различного уровня является оптимизация, модификация и постоянная поддержка внутренних коммуникаций предприятия для дальнейшего развития фирмы⁴⁸.

Коммуникации с макросредой организации способствуют созданию положительного имиджа и поддержки репутации фирмы. В задачи такого рода связей входит предоставление необходимой информации партнёрам фирмы, её клиентам, рекламные функции, а также получение и передача информации от надзорных органам и органов государственного управления.

Оптимизировать внешние деловые коммуникации можно опираясь на определённые параметры эффективности⁴⁹. Однозначно решить задачу оптимизации в этом случае можно, если определена математическая модель процессов, известны варьируемые параметры, оказывающие влияние на их эффективность, выделен критерий оптимальности, определены экономические условия функционирования системы, границы её конструктивных возможностей, а также обеспечивающие компоненты системы, например, технологические, программные и аппаратные.

Определение качества функционирования системы возможно тогда, когда известен критерий оптимальности. В экономике под ним понимают, например, максимальную прибыль, минимизацию трудовых затрат или времени достижения поставленной цели⁵⁰.

С точки зрения методологии создания коммуникационной среды выделяют системный подход и ситуационный. В первом случае систему оценивают исходя из организации связей составляющих её элементов и их

⁴⁸ Деловые коммуникации: Учебник / О.В. Папкова. - М.: Вузовский учебник: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 160 с.: ЭБС Знаниум.

⁴⁹ Репин В.В. Бизнес-процессы: Моделирование, внедрение, управление : учебник / В. В. Репин. - 2-е изд. - М. : Манн, Иванов и Фербер, 2014. - 512 с.

⁵⁰ Шлапак О. А. Методы оптимизации коммуникационной среды предприятия: 59 Российский Академический Журнал № 4 том 22 декабрь 2012, 90 с.

профессиональной роли в реализации бизнес – процессов. Во втором случае проводится оценка коммуникативных каналов, наполняемости и качества информационных потоков и форм деловой коммуникации в условиях определённых ситуаций.

При проведении оптимизации коммуникаций предприятие следует рассматривать в комплексе, учитывая свойства информации, участвующей в коммуникациях, так как информация должна быть актуальной, достоверной и полной. Однако необходимо рассматривать отдельно работу фирмы с точки зрения организации и содержания бизнес – процессов, финансовой деятельности, работы персонала, работы с клиентами и партнёрами и т.д. Это означает, что оптимизацию следует проводить в несколько этапов и желательно в определённой последовательности.

Первый этап включает предпроектное обследование действующих на предприятии коммуникаций с выявлением лишних связей и морально устаревших способов автоматизации работы с информацией. В состав мероприятий, проводимых на этом этапе, также нужно включить анализ существующих информационных баз и коммуникативных каналов.

На втором этапе разрабатывается проект оптимизации деловых коммуникаций. Затем составляется техническое задание, назначаются исполнители.

Третий этап включает непосредственно мероприятия, связанные с повышением эффективности работы коммуникаций. Потом проводится тестирование и корректировка.

В настоящее время одним из основных трендов современных компьютерных технологий является использование так называемых «облачных» сервисов для хранения информации. Информационная база предприятия может быть полностью или частично перенесена в виртуальное хранилище данных, которое физически находится на большом количестве интернет – серверов. В основе «облачных» сервисов лежит понятие виртуализации, которое предусматривает работу клиента с компьютерами, находящимися в сети Интернет как со своими собственными ресурсами. Эти услуги предоставляются клиенту третьей стороной (провайдером), дают гарантию безопасного хранения и использования информации, при этом внутренняя физическая организация сервера является скрытой. Среди преимуществ такого способа хранения выделяют гарантированный санкционированный доступ к информационной базе с любого устройства, подключенного к сети Интернет, возможность совместной работы с базой организации, защита от аппаратных сбоев, например, создание резервных копий информации, в том числе в

автоматическом режиме. «Облако» фактически является он – лайн хранилищем, предусматривающим оплату клиентом только тех ресурсов, которые он использует, что способствует экономии финансовых средств предприятия. Разместив информационную базу в таком хранилище организация экономит на оплате услуг технического персонала, аренде помещения, электроэнергии, а также покупки лицензионного программного обеспечения. Все вопросы, связанные с техническим и программным обслуживанием решает провайдер «облачного» хранилища. Обеспечение целостности и конфиденциальности информационной базы является приоритетным направлением развития «облачных» сервисов.

Для оптимизации внутренних коммуникаций можно выбрать популярный «облачный» сервис виртуализации рабочего места специалиста. Этот сервис может быть использован для решения любых профессиональных задач. Он предусматривает перевод технического и программного обеспечения автоматизированного рабочего места в виртуальное состояние. Это позволит сэкономить на организации новых рабочих мест и модернизации существующих, с гарантированной защитой информации и доступом к ней в режиме реального времени 24 часа в сутки, 7 дней в неделю⁵¹.

Оптимизация внешних деловых коммуникаций в настоящее время невозможна без создания и эффективного функционирования Интернет – представительства организации, её сайта. Взаимодействие с партнёрами, клиентами и другими представителями макросреды предприятия предусматривает информативный и актуальный контент сайта и различные способы обеспечения обратной связи при помощи сервисов сети Интернет, например, вебинары, чаты, различные мессенджеры (программы по обмену сообщениями). Если организация занимается продажей продукции или услуг важной составляющей сайта будут встроенные средства ведения электронной коммерции.

2.3. Электронные технологии документационного обеспечения управления

Система электронного документооборота (далее СЭД) – это программное обеспечение, которое даёт возможность структурировать и регулировать потоки электронных документов, организовать с ними работу, а

⁵¹ Е. В. Бенза. Использование информационных технологий в процессе оптимизации деловых коммуникаций. Вестник образования и развития науки Российской академии естественных наук, 2016, 20(3). Государственный институт экономики, финансов, права и технологий. С. 25-28.

также обеспечить взаимодействие между сотрудниками фирмы. СЭД применяется в различных организациях: от индивидуальных предпринимателей до огромных корпораций с разветвленной сетью филиалов.

Современная СЭД должна обеспечивать выполнение всех задач документационного обеспечения управления: от создания документов до их хранения, включая справочную работу с ними. Также одной из основных задач СЭД является обеспечение необходимой степени защиты документов и разграничение доступа отдельных пользователей к ним (рис.2.2).



Рисунок 2.2. Задачи систем электронного документооборота

Такая система должна отвечать таким требованиям, как:

- гибкость;
- быстроедействие;
- обмен данными с контрагентами и органами власти;
- сохранность документов;
- надежность;
- уровень защищенности от несанкционированного доступа;
- протоколирование всех действий пользователя системы⁵².

Основными свойствами СЭД являются открытость, интеграция с прикладным ПО; особенности хранения документов; особенности маршрутизации документов; разграничение доступа и другие.

Открытость. Системы электронного документооборота построены по модульному принципу, а их API – интерфейсы (Application Programming Interface – интерфейс для программирования приложений) являются

⁵² Жаркова, Ю.Т. Сравнительный анализ функциональных возможностей систем электронного документооборота/Учет, анализ и аудит: проблемы теории и практики- 2016.- №16 -40с.

открытыми. Это позволяет добавлять к СЭД новые функции либо улучшать уже имеющиеся.

Высокая степень интеграции с прикладным ПО (в том числе с ERP-системами: SAP R/3, Oracle Applications и др.). Такое характерное свойство с применением технологий OLE Automation, DDE, ActiveX, ODMA, MAPI и др. интегрирует с разными программными приложениями. Благодаря этому СЭД выступает связующим звеном между различными корпоративными приложениями, и тем самым создает основу для организации делопроизводства на предприятии.

Особенности хранения документов. Все системы электронного документооборота работают на базе распределенных архитектур и применяют различные комбинации технологий сбора, индексирования, хранения, поиска и просмотра электронных документов. Во многих СЭД представлена иерархическая система хранения документов (рис. 2.3).



Рисунок 2.3. Система хранения документов

Каждый документ помещается в папку, которая, вложена в полку и т. д. При таком способе хранения документов количество уровней вложения можно не ограничивать. Один и тот же исходный документ, за счет применения механизма ссылок, может быть включён в несколько папок и полок. При этом он останется неизменным и будет храниться в месте, определенном администратором СЭД. Во многих СЭД вопросы хранения документов решаются за счет организации связей между документами (эти связи можно устанавливать и редактировать в графическом виде).

Любой документ в СЭД обладает определенным набором атрибутов, который может изменяться:

- название;
- автор документа;
- дата и время создания и т.д.

Они хранятся в реляционной базе данных. Для каждого типа документов с помощью визуальных средств создается шаблон карточки, где

наименования атрибутов документа представлены в графическом виде. При вводе документа берется специальный шаблон и заполняется карточка, где заносятся все значения атрибутов. Такая заполненная карточка оказывается связанной с самим документом.

В основном серверная часть СЭД включает в себя компоненты, которые находятся как на одном, так и на нескольких серверах:

- 1) хранилища атрибутов документов (карточек);
- 2) хранилища документов;
- 3) сервисы полнотекстовой индексации (реализация связей между документами).

Хранилище документов часто понимается как хранилище содержимого документов. А хранилище атрибутов и хранилище документов называют «архивом документов». Во многих СЭД для хранения атрибутов применяются СУБД Oracle, MS SQL Server, Informix и Sybase, которые обеспечивают поиск документов по атрибутам.

Для хранения конкретно содержимого документов в СЭД используются файл-серверы MS Windows NT, Novell NetWare, UNIX и др. Отметим, что большое преимущество СЭД - хранение документов в исходном формате и автоматическое распознавание большого количества форматов файлов.

За последнее время все чаще используют хранение документов вместе с атрибутами в базе данных. Здесь есть свои плюсы и минусы. Плюсом является заметное увеличение безопасности доступа к документам, а главным минусом — слабая производительность работы с документами при значительном количестве хранимой информации. При таком способе организации хранения появляется необходимость в применении мощных серверов с большими объемами оперативной и дисковой памяти. Следует также учитывать, что если произойдет сбой базы данных, то восстановить документы, которые хранились в ней, будет трудно. Это требует привязки к определенному типу СУБД.

Особенности маршрутизации документов. Модулями маршрутизации документов являются модули СЭД, которые отвечают за документооборот. Маршрутизация документов бывает двух видов в соответствии с рисунком 2.5.



Рисунок 2.4. Виды маршрутизации

Разграничение доступа. Работа системы электронного документооборота невозможна без надежных средств разграничения полномочий и контроля доступа к документам. Наиболее часто принято выделять нижеперечисленные виды доступа (набор задаваемых полномочий зависит от конкретной СЭД):

- полный контроль над документом;
- право редактировать, но не уничтожать документ;
- право создавать новые версии документа, но не редактировать его;
- право аннотировать документ, но не редактировать его и не создавать новые версии;
- право читать документ, но не редактировать его;
- право доступа к карточке, но не к содержимому документа;
- полное отсутствие прав доступа к документу.

Отслеживание версий и подверсий (вспомогательных версий) документов. Использование версий и подверсий документа - удобная функция СЭД при одновременной работе с документом сразу нескольких пользователей. Допустим, исполнитель изначально создает первую версию документа и передает ее следующему пользователю на рассмотрение. Второй пользователь изменяет документ и на его основе создает уже новую версию. Затем он передает свою версию документа в следующую инстанцию третьему пользователю, создавшему третью версию. Через некоторое время, когда первый исполнитель документа подробно ознакомился с замечаниями и исправлениями, он решает переработать исходную версию и на ее основе создает подверсию первой версии документа. Преимущество СЭД в том, что

пользователи всегда могут определить, какая именно версия/подверсия документа является особо важной по порядку или времени их создания.

Наличие утилит просмотра документов разных форматов. В состав многих СЭД входят утилиты для просмотра документов (viewers), которые понимают многие десятки форматов файлов. С их помощью очень удобно работать, в частности, с графическими файлами, например, с файлами чертежей в системах автоматизированного проектирования.

Аннотирование документов. При организации групповой работы над документами очень полезна такая функция как аннотирование. Так как в некоторых случаях в процессе согласования документа пользователи не имеют права вносить какие-либо изменения, то они могут воспользоваться возможностью его аннотирования. Оно осуществляется добавлением атрибута в карточку документа для аннотации и передачи прав пользователям на редактирование такого поля карточки. Но такое решение не всегда подходящее, особенно в случае аннотировании графического документа. По этой причине, в некоторых СЭД есть функция «красного карандаша», где графически можно указать недочеты на самом изображении.

Поддержка различных клиентских программ. Клиентами большинства СЭД могут быть персональные компьютеры с операционными системами MS Windows, Windows NT. В некоторых СЭД используются также платформы UNIX и Macintosh. Кроме того, все современные СЭД работают с документами через стандартные Web-навигаторы. Так как Web-навигаторы могут располагаться на разных клиентских платформах, то это уменьшает решение проблемы обеспечения работы СЭД в разнородных сетевых средах. Если использовать Интернет-технологии, то у СЭД формируется еще один серверный компонент, который отвечает за доступ к документам через Web-навигаторы ⁵³.

Благодаря наличию вышеперечисленных свойств применение СЭД позволяет существенно оптимизировать управление современным предприятием.

Существует общая классификация СЭД, представленных на рисунке 2.5.

⁵³ Кленина, В.И. Основные концепции безбумажной технологии управления /В.И.Кленина, Е.Н.Софинская//Человеческий капитал- 2012.-№7-85-91с

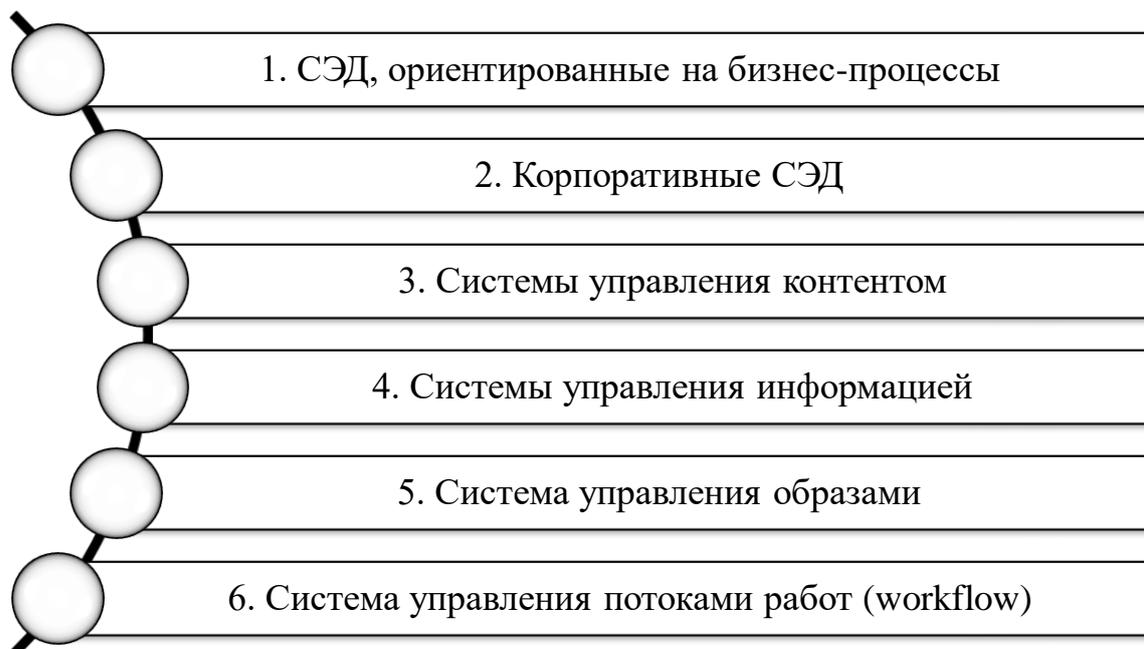


Рисунок 2.5. Категории технологий СЭД

Рассмотрим категории технологий СЭД более подробно.

1) СЭД, ориентированные на бизнес-процессы (EDM). Они нужны для специальных вертикальных и горизонтальных приложений, которые иногда имеют отраслевое применение. EDM системы предусматривают полный ЖЦ работы с документами, а также технологии работы с образами, управления записями и потоками работ, управление контентом и т.д. ⁵⁴;

2) корпоративные СЭД. Эти системы формируют корпоративную инфраструктуру для организации единой работы над документами и их публикациями, доступной всем пользователям в организации. Главные возможности корпоративных систем имеют много общего с системами, ориентированными на бизнес-процессы. Индивидуальной особенностью является метод использования и распространения. Подобно таким средствам как текстовые редакторы и электронные таблицы, корпоративные СЭД представляют собой стандартное приложение по умолчанию для создания и публикации документов в организации. Чаще всего, эти средства используются только в определенной индустрии или для узко определенной задачи. Они предлагаются и внедряются как общекорпоративные технологии, которые доступны для всех корпоративных пользователей и являются,

⁵⁴ Павлова, М.Ю. О системах электронного документооборота/М.Ю.Павлова, Н.Р.Лелеко, О.С.Кудрина// Вестник Воронежского института высоких технологий- 2013.-№10- 84 с.

с нашей точки зрения, стандартным программным обеспечением для бизнеса. В разработке и продвижении корпоративных СЭД задействованы такие компании, как Open Text, Lotus, Oracle, Novell и др.;

3) системы управления контентом. Указанные системы дают возможность создания и управления содержимым, доступа, контроля и доставки информации вплоть до уровня разделов документов и объектов для их повторного использования и компиляции;

4) системы управления информацией – порталы. В таких системах возникает агрегирование информации, управление и доставка которой происходит через сети интернет, интранет и экстранет. С помощью таких технологий обеспечивается фундамент создания информационных порталов. Системы управления информацией предоставляют возможность организациям накапливать данные и проводить экспертизу в распределенной корпоративной среде на базе использования бизнес-правил, контекста и метаданных. На сегодняшний день большая часть доступных технологий обеспечивают, в основном, статические публикации, но разработка большей интерактивности и средств совместной работы – дело ближайшего будущего. Можно отметить такие системы, как Excalibur, Oracle Context, Verity и т.д.;

5) системы управления образами. Преобразуют информацию с бумажных носителей в цифровой формат, как правило, это TIFF (Tagged Image File Format), после чего документ может быть применен в работе уже в электронном виде;

6) системы управления потоками работ (workflow). Workflow нужны для проведения маршрутизации работ разного вида. Они также используются для ускорения бизнес-процессов, повышения эффективности и степени контролируемости процессов в организации ⁵⁵.

Существуют также системы управления корпоративными электронными записями. Примерами подобных систем являются программные пакеты Capture от Tower Software, iRIMS от Open Text и Foremost от True Arc.

В настоящее время разработано большое количество разнообразных специальных модулей управления электронными документами, которые могут встраиваться в ERP-системы (SAPR/3, Ваap и др.). К сожалению, такие

⁵⁵ Черных, Ю.А Системы автоматизации документооборота: конспект лекций- Рыбинская Государственная Авиационная Технологическая Академия имени П.А. Соловьева, 2015.-13с.

модули не всегда имеют возможности для того, чтобы создать полнофункциональную и универсальную ERP-систему.

На сегодняшний день главной проблемой многих предприятий и организаций является выбор эффективной системы управления документами. В первую очередь это актуально для организаций, не имеющих сложившейся системы управленческих правил и технологий. Управление документацией организации или установление порядка движения документов заключается в создании условий, обеспечивающих хранение необходимой документальной информации, ее быстрый поиск и доведение ее до потребителей в установленные сроки и с меньшими затратами. Таким образом, оно содержит в себе организацию документооборота, в том числе технологию личной работы исполнителей, создание информационно-поисковых систем по документам организации, контроль их исполнения ⁵⁶.

В настоящее время спектр программных продуктов, которые составляют рынок СЭД, достаточно широк. Их можно поделить на две группы (рис.2.6):

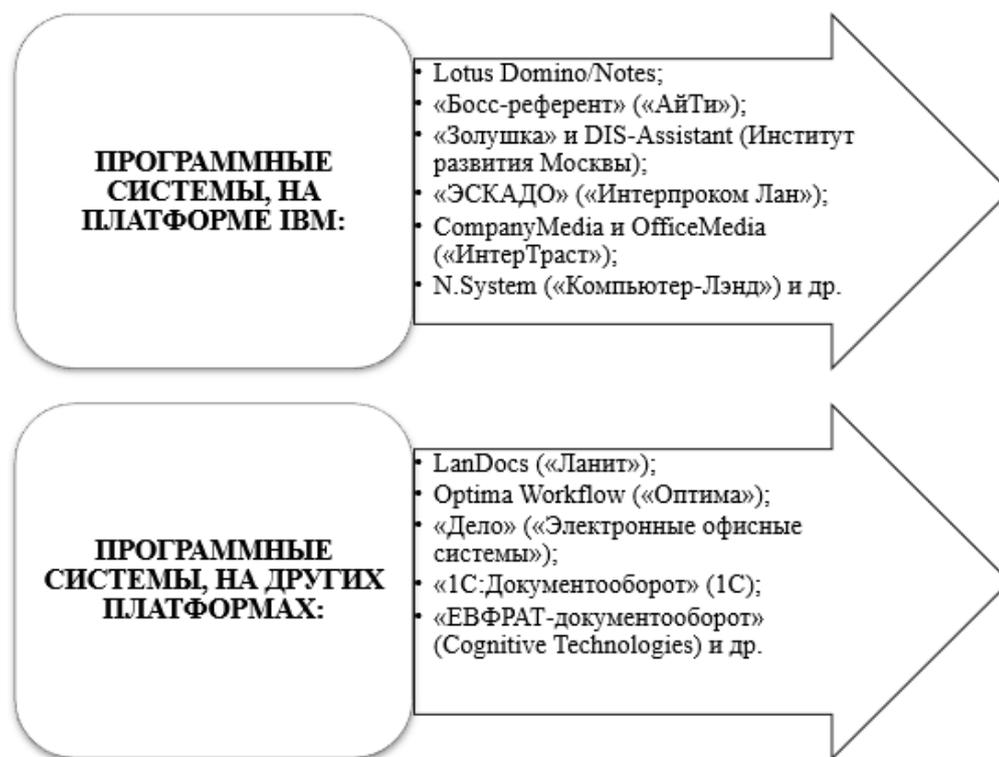


Рисунок 2.6. Программные системы СЭД

⁵⁶ Электронный документооборот и обеспечение безопасности стандартными средствами Windows: учебное пособие [Электронный ресурс - znanium]/ Л.М. Евдокимова, В.В. Корябкин, А.Н. Пылькин, О.Г. Швечкова. – М. : КУРС, 2017. – 296 с.

При выборе программного обеспечения СЭД предлагается считать основными следующие критерии:

- 1) функциональные возможности:
 - создание и хранение различных неструктурированных документов, загрузка и редактирование документов любых форматов;
 - регистрация бумажных документов;
 - выдача электронных заданий и контроль за их исполнением;
 - организация и подготовка проведения совещания;
 - ведение базы работы с клиентами;
 - организация процесса согласования и подписания документов;
 - возможность формирования различной отчетности по документам, исполнителям, статусам документа.
- 2) возможность организации защищенного хранилища документов:
 - обеспечение сохранности документов;
 - возможность безопасного доступа к электронным документам;
 - гарантия подлинности документов;
 - протоколирование действий пользователей.
- 3) стоимость владения системой, включая стоимость установки и сервисной поддержки системы.

Для проведения сравнительного анализа рассмотрим следующие СЭД:

- Directum (www.directum.ru);
- Optima WorkFlow (optima-workflow.ru);
- Verdox (verdox.ru);
- Detrix (www.detrix.kz);
- Мотив (www.motiw.ru);
- Docsvision (docsvision.com).

Всем вышеперечисленным требованиям к функциональным возможностям системы отвечают Directum и Мотив, системы Optima WorkFlow, Verdox и Docs Vision не смогли предложить решение по ведению единой базы работы с клиентами, а возможности системы Detrix не предусматривают ведение бумажных документов. Наилучший результат, с нашей точки

зрения, у систем Мотив и Detrix, они удобны и понятны в использовании, имеют развитый графический интерфейс. В демоверсии продуктов представлены все функции, интересующие потребителя.

Требованиям по защите информации, обрабатываемой в СЭД, наилучшим образом соответствуют системы Directum и Optima WorkFlow, так как только эти системы в полной мере предусмотрели предотвращение потери информации путем выполнения резервного копирования данных.

С точки зрения цены информации самым наилучшим вариантом оказались системы Detrix и Verдох. Первая система бесплатна в использовании, второй можно пользоваться бесплатно в компаниях до 5 человек. Самой же дорогой системой оказалась СЭД Optima - WorkFlow.

Таким образом, для компаний, которые готовы вложить свои средства в СЭД, лучшим продуктом является система DIRECTUM. Если проводить сравнение с точки зрения совместимости цены и качества предлагаемых услуг, то первое место занимает система Detrix, готовая бесплатно предложить полный комплект услуг по организации электронного документооборота внутри компании ⁵⁷.

После описания свойств и классификации СЭД, нам необходимо ответить на вопрос: «А что нам даст система электронного документооборота на предприятии?» Ответом на него будет анализ преимуществ и недостатков СЭД и оценка экономической эффективности от её внедрения.

Внедрение СЭД имеет ряд преимуществ, к которым можно отнести:

- 1) сокращение времени обработки документов. СЭД позволяет быстро создавать, находить, обрабатывать и рассылать документы, автоматически составлять отчеты, реестры и сводки. Все это оптимизирует бизнес-процессы;
- 2) прозрачность бизнес-процессов. В электронной системе контроль над действиями, выполняемыми с документом, осуществляется быстрее и проще, что позволяет руководству отследить бизнес – процессы;
- 3) повышение уровня конфиденциальности. Каждый сотрудник получает определенный объем доступа к документам фирмы, необходимый ему для выполнения должностных обязательств. С помощью СЭД все действия, произведенные с данными, вносятся в

⁵⁷ Анисимова, Н.А. Анализ систем электронного документооборота// Н.А.Анисимова//Международная молодежная научная конференция «XXII Туполевские чтения»-материалы конференции сборник докладов - «Казан.нац.исслед.техн.универ. им. А.Н. Туполева-КАИ» -Казань 2015.-изд-во: «Фолиант»-Том IV- 36с.

память компьютера, что позволяет отслеживать происходящие изменения, ведь утрата некоторых документов может привести к многомиллионным убыткам;

4) повышение исполнительской функции. Руководитель способен контролировать выполнение поручений и мгновенно оценивать результат работы, что стимулирует работников подходить к своей работе более ответственно;

5) повышение корпоративной культуры. Единое информационное пространство предприятия, в котором работают все подразделения и филиалы компании позволяет всем сотрудникам активно участвовать в жизнедеятельности компании;

6) оптимизация процесса обучения новых сотрудников и внедрения новых процессов в компании. Благодаря электронному документообороту легче информировать работников о происходящих изменениях, о внедрении новых положений и инструктажей;

7) быстрая адаптация к изменениям в международных стандартах. Электронные документы легче изменить под новый шаблон, нежели бумажные. Все это влияет на конкурентоспособность фирмы на рынке;

8) экономия средств, выделяемых на канцелярские принадлежности;

9) забота об экологии, выражающаяся в экономии использования офисной бумаги ⁵⁸.

Однако следует отметить, что наряду с положительными сторонами система электронного документооборота имеет некоторые недостатки:

1) значительным минусом является сохранность документов. Компьютерные вирусы, хакерские атаки, нарушение работы системы сохранности документов могут привести к потере данных. С этой проблемой можно справиться путем создания системы резервирования, однако это требует дополнительных затрат;

2) к существенным недостаткам также можно отнести необходимость специальной подготовки сотрудников для работы с СЭД. Многие специалисты среднего возраста, привыкшие к ручному труду, не способны быстро осваивать новые технологии в работе. Также в

⁵⁸ Белов, С.П. Разработка методики подготовки организации к внедрению системы электронного документооборота [Электронный ресурс - znanium]/ Интернет-журнал "Науковедение", Вып. 1, 2014

СЭД необходим грамотный ввод данных, ведь от этого зависит дальнейшее функционирование системы;

3) приобретение и установка программного обеспечения системы электронного документооборота, обучение персонала работе с ней требует неизбежных затрат, которые в дальнейшем компенсируются в виде оптимизации бизнес-процессов и сокращением временных затрат на работу с документами;

4) географическое расположение заказчиков и клиентов не всегда совпадает с информационным пространством компании, что вынуждает сотрудников вести как традиционный, так и электронный документооборот;

5) необходимость электронной подписи. Документы обретают юридическую силу при наличии у них обязательного реквизита – личной подписи. Таким образом, электронный документ подтверждает свою юридическую силу электронной подписью. В связи с этим необходима разработка базы данных электронных подписей;

6) невозможность применения СЭД к ведению трудовых книжек, и некоторых других документов, которые должны оформляться, заполняться и храниться строго в бумажной форме ⁵⁹.

Экономическая эффективность от внедрения СЭД в организацию:

1) уменьшение стоимости хранения информации за счёт сокращения площадей, занимаемых информационными архивами при переводе информации в электронную форму;

2) увеличение производительности труда сотрудников за счёт:

– обеспечения механизмов совместного доступа к данным, что особенно актуально для случая территориально-распределённой организации;

– автоматизации движения документов на протяжении всего их жизненного цикла, что в первую очередь, включает автоматизацию прохождения электронными документами маршрутов следования, выполнения связанных с ними задач и контроль сроков исполнения;

– увеличения скорости доступа к электронным документам, а также сокращение времени их получения;

⁵⁹ Адаменко, А.А. Система электронного документооборота: преимущества и недостатки //А.А. Яцкова, Т.Е. Хорольская// Формирование экономического потенциала субъектов хозяйственной деятельности: проблемы, перспективы, учетно-аналитическое обеспечение –материалы науч.конференции- ФГБОУ ВПО «Кубан.гос.аграр.универ.»- Майкоп 2016.-Том. Ч2- 365с.

- сокращения времени поиска электронных документов в хранилище за счёт оптимального выбора хранилищ для метаданных и содержимого;
- сокращения ошибок в работе, приводящих к денежным потерям за счёт выполнения сотрудником дополнительной работы по их обнаружению и исправлению;
- увеличения скорости обмена данными с существующими информационными системами за счёт объединения всех существующих в организации систем в единое информационное пространство;
- быстроты и удобства установки и настройки системы на новом рабочем месте, использования в качестве клиентов стандартных веб-браузеров, что позволяет работать с СЭД с любого персонального компьютера, имеющего в наличии веб-браузер и выход в интернет, обеспечивает минимально короткие сроки разворачивания системы и позволяет с минимальными затратами модифицировать систему, не переустанавливая клиентов для всех пользователей СЭД.

3) сокращение накладных расходов за счёт снижения затрат на копирование документов и канцелярские принадлежности;

4) уменьшение затрат на обеспечение безопасности хранимой информации за счёт организации системы защиты документов и снижения затрат на восстановление утерянного, испорченного либо изменённого документа, так как запись всех операций с электронным документом позволяет восстановить историю проводимых с ним действий;

5) повышение коэффициента использования оборудования за счёт оптимизации путей передачи и хранения информации ⁶⁰.

Таким образом, система электронного документооборота имеет ряд преимуществ, которые способствуют повышению конкурентоспособности компании. В то же время СЭД обладает определенными недостатками, которые приостанавливают процесс перехода к полному электронному документообороту. Все это обуславливает необходимость доработок на законодательном и техническом уровнях.

Методы оптимизации деловых коммуникаций средствами бизнес – информатики позволят улучшить работу предприятия, минимизируя убытки и повышая прибыль.

⁶⁰ Завозкин, С.Ю. Система электронного документооборота/ С.Ю. Завозкин, Е.А. Душин //Инновационные недра Кузбасса. IT-Технологии: сб.ст./сост. К.Е.Афанасьев, Ю.И.Шокин -Кемеровский гос.универ.-Кемерево, 2012.-176 с.

2.4. Повышение конкурентоспособности организации при помощи прикладных информационных технологий

Грамотная и эффективная ценовая политика является залогом успешного ведения бизнеса. Анализ ценовой конкуренции позволяет участникам рынка следить за формированием и колебанием цен на производимую продукцию или услуги у конкурирующих организаций и при помощи полученной информации разрабатывать стратегию собственной ценовой политики. Организации для достижения успеха в условиях современной рыночной среды, а иногда и просто для дальнейшего существования, с одной стороны, необходимо повышать качество производимой продукции или оказываемых услуг, а с другой, делать ценообразование более гибким ⁶¹⁶².

Стандартной является ситуация, когда организация или предприятие реализует большой ассортимент товаров, либо предлагает широкий спектр услуг. Для таких компаний отслеживание изменения цен на весь спектр реализуемой продукции является проблематичным и трудоёмким. Поэтому прекрасным решением оптимизации работы по формированию ценовой политики является интеграция в связанные с этим вопросом бизнес – процессы прикладных программных пакетов. Этот вид программного обеспечения информационной системы компании позволит в режиме реального времени двадцать четыре часа в сутки и семь дней в неделю следить за ценами у конкурентов на аналогичные услуги или продукцию и предлагать оптимальные решения для эффективной работы ⁶³.

Этапы внедрения подобного рода прикладной информационной технологии являются стандартными и включают следующие пункты:

1. Предпроектное обследование организации проводимое с целью выявления и анализа бизнес – процессов, участвующих в формировании ценовой политики. В рамках этого этапа необходимо также определить основных конкурентов компании по реализации того или иного товара или предоставления услуги. Для этого можно воспользоваться поисковыми сервисами сети Интернет, например, провести сравнительный анализ результатов поиска в Google и Яндекс. В дальнейшем эти сведения можно будет использовать в работе программного пакета.

⁶¹ Брассингтон Ф., Петтитт С. Основы маркетинга / Ф. Брассингтон, С. Петтитт. – М.: Бизнес Букс, 2014. – 536 с.

⁶² Информационные системы и технологии в экономике: учеб. пособие / Н. С. Косиненко, И. Г. Фризен - М. : Дашков и К, 2015. - 304 с.

⁶³ Круглова О.В. К 84 Информационные технологии в управлении: учебное пособие. - Дзержинск: изд-во «Конкорд», 2016. – 134 с.

2. Выбор прикладного программного продукта на основании результатов предпроектного обследования, оценка финансовых затрат на его покупку, внедрение, обслуживание и обновление.
3. Мероприятия по установке и настройке приобретённого программного обеспечения.
4. Проведение тестирования и опытная эксплуатация выбранного пакета программ. Для проведения тестирования пакета прикладных программ для анализа ценовой конкуренции рекомендуется создать пробный веб – сайт при помощи которого, используя небольшое количество наименований продуктов или услуг, можно отладить работу с данной технологией.
5. Внедрение технологии в работу организации, работа в режиме реального времени с настоящими данными в составе выбранных для оптимизации бизнес – процессов.
6. Дальнейшая эксплуатация пакета прикладных программ.

В настоящее время существует большое количество подобного рода программных продуктов. В данной работе предлагается использовать комплекс прикладных программ для обслуживания интернет магазина «Автоматическая обработка прайс-листов. Наполнение магазина товарами», построенный на платформе OpenCart ⁶⁴. OpenCart представляет собой эффективную систему, позволяющую создавать и обслуживать интернет – сайты различной тематики, направленности и функциональных возможностей. OpenCart – это база для создания интернет-магазина, имеющая большое количество различных шаблонов. Данная система поможет в создании удобных в эксплуатации и дружелюбных для пользователей сайтов и порталов без больших финансовых вложений и трудовых затрат. Является свободным программным обеспечением и распространяется по GNU (General Public License).

В качестве базовых данных для работы этого программного комплекса используется прайс-лист поставщика, представляющий собой систематизированный перечень продукции или предоставляемых услуг. На основании представленной информации программа обновит все цены, подсчитает остатки товара, представленного в интернет-магазине, в случае необходимости выполнит перевод цены по валютному курсу и добавит наценку на представленный ассортимент товаров в соответствии с пожеланиями владельца интернет - магазина. При помощи соответствующих настроек программного пакета можно осуществить автоматический выбор

⁶⁴ Opencart для создания интернет-магазина - <https://www.opencart.ru/>

поставщика предлагающего минимальную цену, обновить оптовые цены, фотографии и изображения представленной продукции, дополнить описание товаров или услуг. Одним из преимуществ рассматриваемого пакета является возможность автоматического добавления новых товаров в интернет-магазин, так как в ручном режиме эта процедура требует много времени и не исключает возможность некорректного ввода, особенно если ассортимент продукции включает в себя большое количество наименований.

Помимо основных функций программного продукта следует отметить набор сервисных инструментов, который значительно облегчает работу с интернет – магазином. К ним относится удаление дублей фотографий товаров или услуг, удаление с сайта продукции, которую интернет – магазин снял с реализации, перенос товаров из одной категории в другую и их отображение в новой категории, редактирование описаний предлагаемых товаров или услуг.

К основным преимуществам внедрения предлагаемого в данной работе программного комплекса можно отнести сокращение времени на анализ цен конкурентов и уменьшение времени реагирования на полученную информацию. Всё это способствует повышению конкурентоспособности организации и увеличению прибыли от ведения бизнеса. Однако, с нашей точки зрения, существует несколько проблем возникающих, при внедрении данного программного пакета. Прежде всего, это необходимость в бесперебойном доступе к сети Интернет и прекращение работы с программным продуктом в период обновления его версии, а также относительную сложность процесса установки и настройки программного продукта, требующую участия специалиста.

Заключение

Таким образом, на смену традиционному управлению трудом, характерному для индустриальной стадии экономического роста, приходит управление, основанное на качественно новых инновационных принципах. Уметь выбрать современный инновационный продукт и адаптировать его под бизнес – процессы предприятия, сделать так, чтобы внедряемые компьютерные технологии приносили прибыль, сводя к минимуму убытки – основная задача специалиста в области бизнес – информатики. Рассмотренные в данной работе методы и средства бизнес – информатики позволят повысить эффективность и качество управления, оптимизировать работу организации и улучшить её финансовые показатели.

Глава 3. Влияние физических факторов на активность ферментов пероксидазы и каталазы

Механизмы возникновения стрессов и адаптация к ним – проблемы, которые будут ведущими в биологии XXI века. Концепция стресса достаточно стара. Первоначально понятие стресса применялось лишь в отношении животных организмов, однако затем его распространили и на растения. Возникло новое направление фитофизиологии – физиология стрессов, которое интенсивно развивается благодаря важности этих исследований. Получаемые результаты не только углубляют фундаментальные знания о жизнедеятельности растений в неблагоприятных условиях, но и служат основой для создания новых технологий повышения устойчивости к ним культивируемых растений.

Влияние факторов внешней среды опосредовано изменениями на разных уровнях биологической организации: молекулярном, субклеточном, клеточном, тканевом, органном, организменном и популяционном⁶⁵. Возникающие функциональные и структурные изменения на молекулярном уровне вызывают каскад реакций, приводящий к нарушениям процессов роста и развития и способствующий изменению устойчивости, жизнеспособности, продуктивности растений^{66, 67, 68}.

Для управления процессами роста и развития помимо традиционных средств (удобрения, химические регуляторы и т.д.) в настоящее время все больше используются различные физические факторы: ультразвук, энергетические поля, ионизирующее излучение, УФ и ИК излучения и др. Физические стимуляторы отличаются технологичностью, эффективностью, производительностью. Недостатками указанных методов являются трудность дозирования и мутагенные эффекты. Поэтому в программу настоящей работы входило исследование влияния ударно-волновой обработки на ранние этапы онтогенеза. Данный метод отличается экологической безвредностью, эффективностью, отличной воспроизводимостью результатов, технологичностью и экономической целесообразностью.

⁶⁵ Полевой В. В. Физиология растений. Л.: Высш. шк., 1989. 464 с.

⁶⁶ Полевой В.В., Саламатова Т.С. Физиология роста и развития растений. Л.: Изд-во ЛГУ, 1991.

⁶⁷ Батыгин, Н.Ф. Онтогенез высших растений / Н. Ф. Батыгин. – М.: Агропромиздат, 1986. – 100 с.

⁶⁸ Тарчевский И. А. Регуляторная роль деградации биополимеров и липидов // Физиология растений. 1992. Т. 39, № 6. С. 1215—1223.

Целью работы является выявление закономерностей изменения активности ферментов каталазы и пероксидазы в процессе прорастания в зависимости от параметров ударно-волнового воздействия.

Влияние физических факторов на физиолого-биохимические особенности растений

Концепция стресса была сформирована около 70 лет назад Г. Селье. Он обнаружил, что при действии на организмы разнообразных раздражителей (бактериальных инфекций, фармакологических и химических веществ, вызывающих интоксикацию, травм, высокой и низкой температур, повышенной скелетно-мышечной активности, облучения рентгеновскими лучами, нервно-эмоционального потрясения и т. п.) наблюдаются не только специфические реакции, но и стандартная неспецифическая реакция⁶⁹. Эта реакция была оценена им как адаптивная реакция целостного организма, направленная на сохранение постоянства состава внутренней среды, и названа общим, или генерализованным, адаптационным синдромом.

Согласно Селье, способность к приспособлению является наиболее характерной чертой жизни, и адаптация всегда является результатом специальной концентрации усилий (или напряжения). Отсюда и ее название — стресс, или стрессовая реакция (stress в переводе с английского означает напряжение). По определению Селье⁷⁰, стресс—это совокупность всех неспецифических изменений организма, возникающих под влиянием любого предъявленного ему требования (сильного воздействия) и являющихся результатом работы неспецифического защитного механизма, увеличивающего сопротивляемость организма к стрессовым факторам, или стрессорам.

Биохимические исследования стресса показали, что постоянство внутренней среды организма в этом случае поддерживается двумя основными типами реакций — синтоксической (от греч. *syn* — вместе) и кататоксической (от греч *cata* — против). Чтобы противостоять различным стрессорам, организм должен регулировать свои реакции посредством химических сигналов или нервных импульсов, которые либо прекращают, либо вызывают борьбу. Синтоксические сигналы действуют как тканевые транквилизаторы, создают состояние пассивного «терпения», т. е. мирного сосуществования с

⁶⁹ Селье Г. Очерки об адаптационном синдроме. М.: Медицина, 1960. 254 с.

⁷⁰ Селье Г. На уровне целого организма. М.: Наука, 1972. 122 с.

вторгнувшимся чужеродным веществом. Кататоксические сигналы стимулируют выработку разрушительных ферментов, которые активно атакуют возбудителя болезни, ускоряя его гибель в организме ⁷¹.

Селье разделил адаптационный процесс организма на три стадии. Реакция тревоги (с подразделением на фазы шока и контрашока) - первоначальная реакция, представляющая собой выражение общего призыва к активизации защитных сил организма.

В ходе длительного воздействия любого повреждающего агента, способного вызвать эту реакцию, наступает вторая стадия — стадия адаптации, или резистентности. Если воздействие слишком велико, организм погибает еще в стадии тревоги в течение первых часов. Проявление второй стадии совершенно отлично оттого, что характеризует реакцию тревоги, а во многих отношениях и прямо противоположно ей. В частности, на стадии тревоги в тканях усиливаются процессы распада различных соединений, на стадии резистентности — процессы синтеза. После еще более длительного воздействия повреждающего агента достигнутая адаптация снова теряется.

Организм переходит в третью фазу — стадию истощения, симптомы которой поразительно напоминают реакцию тревоги. В острой фазе стадии тревоги общая резистентность организма к стрессору, вызывающему генерализованный адаптационный синдром, падает ниже нормы. Затем по мере наступления адаптации в стадии резистентности способность к сопротивлению поднимается значительно выше нормы. Но на стадии истощения сопротивляемость снова падает ниже нормы.

Идеи Селье оказались созвучны взглядам Насонова и Александрова ⁷². Эти исследователи показали, что самые различные факторы (кислоты, щелочи, гипо- и гипертонические растворы, температура, электрический ток, удушье, высокое атмосферное давление, соли тяжелых металлов, радиоактивные изотопы, рентген, свет, звук) вызывают однотипные (морфологические и физиологические изменения в животных и растительных клетках. Этот комплекс изменений был назван ими паранекрозом. Авторы отметили значительное сходство между состояниями паранекроза и парабиоза. Парабиоз, описанный Введенским в 1901 г., обозначал состояние местного стойкого возбуждения нерва. Он включал в себя комплекс неспецифических изменений этого объекта при различных воздействиях ⁷³. Парабиоз, и

⁷¹ Селье Г. Стресс без дистресса. М.: Прогресс, 1979. 125 с.

⁷² Насонов Д. Н., Александров В. Я. Реакция живого вещества на внешние воздействия. М.-Л.: 1940. 156 с.

⁷³ Введенский Н. Е. Возбуждение, торможение и наркоз // Полн. собр. соч. Л.: ЛГУ, 1953 Т. 4. С. 7—146.

паранекроз вызывались действием широкого круга раздражителей, т. е. имели неспецифический характер, и оба состояния после устранения раздражителя были обратимы. Этими взглядами устанавливалась связь между состоянием обратимого повреждения и возбуждения. При паранекрозе отмечались следующие изменения: увеличение светорассеяния и сорбционных свойств цитоплазмы и ядра, желатинизация, коагуляция цитоплазмы, нарушение сегрегационной функции клеток, сдвиг рН цитоплазмы в сторону низких значений и др. Браун и Моженок⁷⁴ состояние, возникающее у клеток при различных итерирующих воздействиях, предложили называть неспецифическим адаптационным синдромом клетки.

Согласно концепции Селье, стрессовые реакции присущи и высшим, и низшим животным, не имеющим нервной системы, и даже растениям. В настоящее время убедительно показано, что у большинства растений под действием самых различных неблагоприятных факторов развивается особое состояние — фитостресс. Фитостресс проходит через те же фазы: фазу реакции, фазу адаптации и, наконец, в случае продолжительного губительного действия отрицательных воздействий — фазу гибели (истощения ресурсов надежности, повреждения), в течение которой наблюдаются необратимые деструктивные изменения.

Факторы, способные вызвать стресс у растительных организмов, можно подразделить на три основные группы: а) физические – недостаточные или избыточные влажность, освещенность или температура, радиоактивное излучение, механические воздействия, аноксия; б) химические – соли, газы, ксенобиотики (гербициды, инсектициды, фунгициды), промышленные отходы и др.; в) биологические – возбудители болезней или вредители, конкуренция с другими растениями, влияние животных, голодание⁷⁵.

В 1-й фазе фитостресса развивается целый комплекс однотипных, но не тождественных изменений. Графически эти изменения могут быть выражены различными формами кривых второго порядка, зависящих как от типа и дозы агрессора, так и от вида растений⁷⁶. К начальным обратимым неспецифическим процессам, происходящим в клетках растений при сильном и быстро нарастающем действии стрессора, относятся: переход Ca^{2+} в цитоплазму из вакуолей, митохондрий и эндоплазматической сети; увеличение

⁷⁴ Браун А. Д., Моженок Т. П. Неспецифический адаптационный синдром клеточной системы. Л.: Наука, 1957. 230 с.

⁷⁵ Вартапетян Б. Б. Анаэробизм и структурно-функциональные перестройки растительной клетки. М.: Наука, 1955. С. 175—198.

⁷⁶ Урманцев Ю. Л., Пронина Н. Д. Проблема устойчивости растений в трудах П. А. Генкеля // Физиология растений. 1986. Т. 33, № 5. С. 793—801.

теплообмена; изменение молекулярного состава в отдельных классах липидов и текучести мембран; активация сборки актиновых микрофиламентов цитоскелета, в результате чего возрастают вязкость и светорассеяние цитоплазмы; активация гидролаз, в результате чего гидролизуются крахмал, гемицеллюлозы и белки; снижение синтетических процессов (но одновременно активируется синтез РНКазы); разрыхление белковых глобул, изменение их вторичных, третичных и четвертичных структур; снижение фотосинтеза; повышение проницаемости мембран и выход из клеток различных веществ; деполяризация мембран; сдвиг pH цитоплазмы в сторону более низких значений; нарушение окислительного фосфорилирования; активация гликолиза; развитие свободнорадикальных реакций; синтез стрессовых белков на фоне падения общего количества белка^{77, 78}; дезинтеграция полисом; образование стрессовых гранул; увеличение синтеза этилена и абсцизовой кислоты; снижение содержания ауксинов и гибберелинов; торможение деления и роста, поглотительной активности клеток и др.^{79, 80, 81, 82, 83, 84, 85}. К специфическим реакциям растений на стрессоры относятся снижение оводненности тканей при засухе, увеличение концентрации ионов при засолении, увеличение транспирации при воздействии высоких температур и др.⁸⁶.

Эти изменения взаимосвязаны, протекают как каскадные саморазвивающиеся процессы и служат пусковым звеном для включения целой цепи различных обменных реакций, первоначальное назначение которых заключается в восстановлении исходного состояния клетки.

Согласно представлениям Удовенко²², следует различать: 1) первичные (основные) нарушения, обусловленные непосредственным действием стрессора на клетку; 2) вторичные отклонения, вызванные первичными

⁷⁷ Соболев Р. К. Стрессовые белки растений. Новосибирск, Наука, 1959. 143 с.

⁷⁸ Косаковская И. В. Белки растений при стрессах // физиология и биохимия культ. растений. 1988. Т. 20, № 2. С. 107—117.

⁷⁹ Александров В. Я. Реактивность клеток и белки. Л.: Наука, 1985. 317 с.

⁸⁰ Блехман Г. И. Синтез белка в условиях стресса // Успехи соврем. биол. 1987. Т. 103, № 3. С. 340—353

⁸¹ Войников В. К., Корытов М. В., Калачева Е. А. Низкотемпературная индукция синтеза стрессовых белков растений // Физиология растений. 1989. Т. 36, № 1. С. 107—111.

⁸² Кулаева О.Н., Микулович Т. П., Хохлова В. А. Стрессовые белки растений // Современные проблемы биохимии. М.: Наука, 1997. С. 174—185.

⁸³ Мерзляк М. В. Активированный кислород и окислительные процессы в мембранах растительной клетки // Итоги науки и техники. «Физиология растений». Т. 6. М.: ВИНТИ, 1989. 167 с.

⁸⁴ Семихатова О. А. Энергетика дыхания растений в норме и при экологическом стрессе. Л.: Наука, 1990. 73 с.

⁸⁵ Тарчевский И. А., Безуглов В. К., Заботин А. И., Петров В. Е. Реактивность фотосинтетического аппарата. Казань: Казанск. ун-т, 1975. 101 с.

⁸⁶ Удовенко Г. В. Физиологические механизмы адаптации растений к различным экстремальным условиям // Тр. прикл. ботан. генет. селекции. 1979. Т. 64, № 3. С. 5—20.

нарушениями метаболических функций; 3) результирующие изменения ряда интегральных параметров организма. К первичным нарушениям они относят изменения осморегуляции цитоплазмы, изменения биоэнергетических процессов, структурной целостности и состава мембран, структурного состояния ядерной ДНК. Вторичные нарушения включают в себя торможение белкового синтеза, увеличение концентрации фитогормонов ингибиторного характера, подавление деления и растяжения клеток. Результирующими нарушениями являются изменение интенсивности поглощения и утилизации минеральных элементов питания, изменение прироста общей биомассы и т. п.

В 1-й фазе фитостресса наблюдается биосинтез стрессовых белков – это явление общебиологическое. Единственное отличие от других организмов – прокариот и эукариот — в реализации экспрессии генома у высших растений состоит в том, что только у них обнаружена группа полипептидов с относительно небольшой мол. массой, равной 15—18 кДа⁸⁷. Среди стрессорных белков обнаружен полипептид, названный осмотином, который, вероятно, синтезируется только в условиях повышенного осмотического давления. Отмечается длительное (более 2 сут) последствие повышенного осмотического давления на состав полипептидов. Через 24 ч после этого воздействия отмечен синтез новых полипептидов с мол. массами 115 и 110 кДа, которые не обнаружены в контрольных и опытных растениях во время этого воздействия⁸⁸.

Установлено, что отсечение корней приводит к появлению в клетках раневого белка, который в интактных корнях обнаруживается под влиянием повышенной температуры. Раневое воздействие не препятствует ответу клеток на тепловое влияние — в них синтезируется тот же набор стрессовых белков, но интенсивность экспрессии отдельных полипептидов изменяется, а синтез раневого белка ослабевает. По мнению Бурхановой с соавторами⁸⁹, это говорит об иерархии агессоров: повышенная температура – более сильный стрессор – переключает систему ответа клетки на свою программу.

В условиях стресса наблюдается трансформация изоформ пероксидазы в растениях; пероксидазы рассматриваются как стрессовые белки

⁸⁷ Блехман Г. И., Шеламонова Н. А. Синтез и распад макромолекул в условиях стресса // Успехи соврем. биол. 1992. Т. 112, № 2. С. 281—297.

⁸⁸ Даскалюк А. Н., Остапчук А. Н., Лысова И. Н., Юрченко В. М., Костюк А. Н., Мойса И. И. Рост проростков пшеницы и полипептидный состав белков в условиях солевого стресса // Физиология и биохимия культ. растений. 1992. Т. 24, № 6. С. 554—560.

⁸⁹ Бурханова Э. А., Федина А. Б., Хохлова В. А., Самохвалова Н. И., Порфирова С. А., Данилова Я. В., Левин А. В., Кулаева О. Н. Действие различных стрессов на синтез белков и ультраструктуру клеток корней проростков тыквы // Физиология растений. 1988. Т. 35, № 4 С. 762—772.

растений⁹⁰. Считается, что стрессовые белки в периоды своего очень недолгого существования играют какую-то защитную (или приспособительную) роль.

Одной из ранних ответных реакций организма на действие стрессовых факторов является усиление процессов биodeградации, направленных, в частности, на деполимеризацию макромолекул. Усиление протеолитической активности во фракции цитозоля связано с изменением проницаемости тонопласта: в неблагоприятной ситуации указанный процесс сопровождается выходом в цитозоль протеолитических ферментов вакуоли. Процесс биodeградации макромолекул, по-видимому, направлен не только на разрушение аномальных или уже отработавших свое и нежизнеспособных соединений, но и на то, чтобы обеспечить необходимый для создавшихся условий пул низкомолекулярных соединений, входящих в состав макромолекул⁹¹. Кроме того, рассматривается вероятность регуляторных проявлений интермедиатов, образующихся в процессе биodeградации макромолекул в условиях стресса⁹².

Тарчевским с соавторами (1975) показано, что одной из самых чувствительных функций растительной клетки является фотосинтетическая. Ее изменение приводит к существенным сдвигам в обмене веществ клетки в целом. Под влиянием различных сильных раздражителей происходят значительные изменения в интенсивности протекания первичных, непосредственно связанных со световыми реакцией. Так, в хлоропластах, подвергшихся действию повышенных температур, отмечены снижения величины фотоиндуцированного протонирования, интенсивности циклического фотофосфорилирования, степени сопряженности нециклического транспорта электронов с образованием АТФ. Все эти изменения происходят в результате искажения структуры белков и липидов тилакоидных мембран, что приводит к повышению проницаемости последних для различных ионов и протонов. Можно считать, что основными неспецифическими рецепторами различных раздражителей являются белки мембран хлоропластов. Нарушения в ходе ранних реакций фотосинтеза не могут не сказываться на осуществлении более поздних, «темновых», реакций фотосинтетического метаболизма углерода. К числу наиболее значительных неспецифических

⁹⁰ Савич И. М. Пероксидазы — стрессовые белки растений // Успехи соврем. биол. 1959. Т. 107, № 3. С. 406—417.

⁹¹ Блехман Г. И., Шеламонова Н. А. Синтез и распад макромолекул в условиях стресса // Успехи соврем. биол. 1992. Т. 112, № 2. С. 281—297.

⁹² Тарчевский И. А. Катаболизм и стресс у растений. 52-е Тимирязевские чтения. М.: Наука, 1993. 80 с.

изменений можно отнести перераспределение углерода из CO_2 , фиксированного в процессе фотосинтеза, среди различных соединений — уменьшение включения метки в высокополимерные соединения (белки, крахмал) и сахарозу и увеличение таковой (чаще относительное, в % от усвоенного углерода) в аланин, малат, аспартат ⁹³.

Среди перечисленных неспецифических изменений на начальном этапе действия стрессоров особое внимание уделяется увеличению проницаемости мембран при обратимой альтерации клеток и, в частности, обратимому выходу K^+ из клеток. Мелехов и Анев ⁹⁴ указывают, что обратимый выход K^+ индуцируемый неблагоприятным воздействием, вероятно, осуществляется по K^+ -каналам плазмалеммы. Ион калия способен диффундировать по таким каналам с очень высокой скоростью. Роль K^+ -каналов может заключаться в быстром выбросе K^+ из клеток в ответ на стрессовый фактор. По мнению авторов, это имеет адаптивное значение. Известно, что приблизительно у 60 ферментов активность зависит, от присутствия в клетке этого иона: выход K^+ приводит к блокированию их активности, а следовательно, и к снижению интенсивности внутриклеточного метаболизма (к реакции защитного торможения метаболизма, по Мелехову ⁹⁵, или состоянию физиологической депрессии, по Пахомовой ⁹⁶. K^+ является одним из основных ионов клетки, определяющих ее потенциал и осмотические свойства ²⁹.

Одним из показателей первичных неспецифических изменений является повышение кислотности цитоплазмы. В то же время известно, что значительное увеличение внутриклеточной концентрации H^+ вызывает изменение конформации внутриклеточных белков и способствует освобождению K^+ из соединений его с белками¹⁰, т.о. состояние ацидоза клеток в этих условиях приводит к накоплению избыточного количества свободного K^+ которое и «сбрасывается» в наружную среду по K^+ -каналам.

При неблагоприятных условиях существования в растениях резко возрастает выработка этилена и абсцизовой кислоты, снижающих обмен веществ, тормозящих ростовые процессы, способствующих старению и опадению органов, переходу растительного организма в состояние покоя. Этилен рассматривают как гормон тревоги, возникающий при действии стрессоров разного типа. Одновременно в тканях снижается содержание

⁹³ Тарчевский И. А. Фотосинтез и засуха. Казань: Казан. ун-т, 1964. 350 с.

⁹⁴ Мелехов Е. И., Анев В. Н. Обратимый выход K^+ из клетки как защитная реакция на неблагоприятные воздействия // Журн. общ. биол. 1997. Т. 52, № 1. С. 14—26.

⁹⁵ Мелехов Е. И. Принцип регуляции скорости повреждения клетки и реакция защитного торможения метаболизма // Журн. общ. биол. 1985. Т. 46, № 2. С. 174—189.

⁹⁶ Пахомова В. М. Состояние физиологической депрессии клеток отсеченных корней: нарушение или адаптация? // Изв. РАН. Сер. биол. 1992а. № 6. С. 888—897.

ауксина, цитокинина и гибберелинов. Эта стереотипная реакция гормональной системы на экстремальные условия очень характерна для растительных организмов. Таким образом, у растений в отличие от животных в условиях стресса ведущую роль играют фитогормоны, не активирующие, а тормозящие их функциональную активность^{97, 98}. Как известно, в растениях нет тех гормонов, которые участвуют в стресс-реакциях у животных. Это дает основание некоторым исследователям отрицать состояние стресса у растений. Однако в последние годы обсуждается роль известных нейротрансмиттеров животных — катехоламинов и серотонина — как возможных медиаторов, регуляторов энергетических и метаболических процессов, протекторов в клетках растений при различных неблагоприятных условиях⁹⁹, а также ксантоксина — как нового стрессового гормона растений. Предполагается, что в растениях существует система, состоящая из функциональных аналогов интерферона и ($T-5'$) олигоаденилатов и выполняющая функцию защиты от различных стрессовых ситуаций в организме, вызываемых разнообразными патогенами, тепловым шоком и др.¹⁰⁰.

В литературе неоднократно отмечается, что растительные организмы в отличие от животных в большинстве случаев реагируют первоначально на различные стрессоры не активацией обмена веществ, а, наоборот, снижением своей функциональной активности¹⁰¹. По мнению Полевого (1989), это происходит в результате действия ингибиторов и переключения энергетических ресурсов на преодоление неблагоприятных сдвигов. Согласно представлениям Мелехова (1985), эндогенное торможение метаболизма клетки в условиях стресса снижает скорость реализации повреждения, что создает предпосылки для более эффективной репарации. Иначе говоря, реакция торможения метаболизма выполняет неспецифическую защитную функцию.

Появляется все больше фактов, свидетельствующих о том, что в ответ на внешние воздействия у растений могут генерироваться биоэлектрические импульсы, по природе во многом сходные с потенциалом действия

⁹⁷ Косаковская И. В., Майдебур Е. В. Накопление абсцизовой кислоты в корнях и листьях сортов озимой пшеницы в ответ на водный стресс // Регуляторы роста и развития растений: Матер. II Все-союз. конф. по регуляторам роста и развития растений. Киев, 1989. С. 240.

⁹⁸ Поляков А. С., Кефели В. И. Фитогормоны, адаптация и регенерационные процессы у растений // Регуляция адаптационных реакций с.-х. растений. Кишинев, 1957. С. 19—29.

⁹⁹ Рощина В. В. Нейротрансмиттеры — катехоламины и серотонин в растениях // Успехи соврем. биол. 1997. Т. III, № 4. С. 662—636.

¹⁰⁰ Каплан И. Б., Малышенко С. И., Федина А. Б., Тальянский М. Э., Карпейский М. Я., Огарков В. И., Атабеков И. Г. Влияние интерферона человека и ($T-5'$) олигоаденилатов на синтез белка в тканях растений // ДАН СССР. 1957. Т. 297, № 4. С. 1018—1021.

¹⁰¹ Чиркова, Т.В. Клеточные мембраны и устойчивость растений к стрессовому воздействию / Т. В. Чиркова // Соросовский образовательный журнал. – 1997. – № 9. – С.12-17.

нервных волокон ¹⁰², которые могут выполнять роль сигнала об изменении условий существования. Кроме того, известно, что в ответ на повреждающие воздействия (разрезы, разрывы, разминание, химические и термические ожоги и т. п.) высших растений наблюдается специфическая биоэлектрическая реакция — переменный потенциал, распространение которого поддерживается, по крайней мере, частично, диффузией некой возбуждающей «раневой» субстанции. Считается, что повреждение высвобождает раневое вещество, которое движется по сосудам проводящих тканей и, диффундируя по апопласту к окружающим живым клеткам, деполяризует их в соответствии с масштабами повреждения. Таким образом, генерируется переменный потенциал. Когда раневое вещество попадает в электровозбудимые ткани, оно вызывает потенциал действия, распространяющийся впереди переменного потенциала, но иногда сливающийся с последним, так что различим лишь передний фронт потенциала действия. Что касается химической природы вещества, вызывающего переменный потенциал, то это соединение не идентифицировано. Предполагается, что в этом процессе участвует ацетилхолин ³⁶.

2-я фаза адаптационного синдрома растений — фаза адаптации — характеризуется снижением гидролитических и катаболических процессов, восстановлением исходных физиологических параметров и структур (мембран, органелл), включением шунтовых механизмов (увеличением числа изоферментов, повышением активности одних ферментов при падении других, включением пентозофосфатного пути при ослаблении гликолиза), полной мобилизацией потенциальных возможностей различных реакций, компенсаторным изменением сопряженных реакций ^{103, 104}. Наличие перечисленных механизмов вносит вклад в создание «запаса прочности», надежности метаболизма, обуславливающего адаптацию растений к стрессорам.

Вопрос о специфичности адаптации растений к разным экстремальным факторам является дискуссионным. Принята идея ^{105, 106} о едином качественном характере изменений при адаптации растений к разнотипным стрессорам, что дает им основание прийти к выводу о неспецифическом

¹⁰² Опритов В. А., Пятыгин С. С., Ретивин В. Г. Биоэлектrogenез у высших растений. М.: Наука, 1997. 214 с.

¹⁰³ Гринева Г. М. Регуляция метаболизма у растений при недостатке кислорода. М.: Наука, 1971. 274 с.

¹⁰⁴ Хохлова Л. П. Роль структурно-функционального состояния митохондрий при адаптации растений к низкой температуре. Казань: Изд-во Казанск. ун-та, 1976. 166 с.

¹⁰⁵ Сергеев Л. И. Выносливость растений. М.: Сов. наука, 1953. 283 с.

¹⁰⁶ Levitt J. Responses of plants to environmental stresses. Chilling, freezing and high temperature stresses. New York: Acad. Press, 1950. Vol. 1. 497 p.

характере. Количественный характер может быть разным, и количественные различия отражают реально существующий разный уровень устойчивости.

Большинство исследователей^{107, 108, 109, 110} считают, что наряду с неспецифическими изменениями имеют место и специфические особенности адаптации, которые не всегда удается определить на фоне многочисленных неспецифических. Согласно представлениям Генкеля и его школы^{42, 111}, концепция неспецифичности адаптации порождена гипертрофированным вниманием к однотипности ответных реакций растений с одновременным фактическим игнорированием существования различающихся однотипных кривых.

Согласно концепции этих исследователей, следует обратить внимание на следующее. По отношению к одному и тому же стрессору (например, к засухе) растения, обладающие разными генотипами, могут реализовывать как совпадающие, так и резко различающиеся адаптации. Генкель отмечал, что возможны параллелизмы и конвергенции (типичные и нетипичные), но никогда — полное совпадение механизмов адаптации.

Исходная устойчивость как растений¹¹², так и животных, непостоянна на всем протяжении онтогенеза и определенным образом меняется, причем в онтогенезе имеются критические периоды, когда устойчивость к различным факторам временно снижается.

Наиболее устойчивы растения, находящиеся в состоянии покоя (в виде семян, луковиц и т. п.). Наиболее чувствительны растения в молодом возрасте, затем по мере роста и развития устойчивость растений к стрессовым воздействиям постепенно возрастает вплоть до созревания семян. Однако период формирования гамет также является критическим, поскольку растения в это время высокочувствительны к стрессовым воздействиям и реагируют на действие стрессоров снижением продуктивности.

Защита от неблагоприятных условий среды у растений обеспечивается особенностями анатомического строения (кутикулы, корки, механических

¹⁰⁷ Альтергот В. Ф. Действие повышенной температуры на растения в эксперименте и в природе. М.: Наука, 1981. 56 с.

¹⁰⁸ Генкель П.А. Физиология жаро- и засухоустойчивости растений. М.: Наука, 1952. 280 с.

¹⁰⁹ Максимов Н. Л. Внутренние факторы устойчивости растений к морозу и засухе // Тр. прикл. ботан. генет. селекции. 1929. Т. 22, № 1. С. 3—41.

¹¹⁰ Урманцев Ю. А., Гудсков П. Л. Проблема специфичности и неспецифичности ответных реакций растений на повреждающее воздействие // Журн. общ. биол. 1956. Т. 48, № 3. С. 337—349.

¹¹¹ Урманцев Ю. Л., Пронина Н. Д. Проблема устойчивости растений в трудах П. А. Генкеля // Физиология растений. 1986. Т. 33, № 5. С. 793—801.

¹¹² Сказкин Ф. Д. Критический период у растений к недостаточному водоснабжению. М.: Изд-во АН СССР, 1967. 52 с.

тканей и т. д.), специальными органами защиты (жгучими волосками, колючками), двигательными реакциями, выработкой защитных веществ (смола, фитонцидов, токсинов и др.).

Следует подчеркнуть, что в работе Кузнецова с соавторами¹¹³ установлено на первый взгляд парадоксальное явление: исходно наиболее устойчивые сорта, способные переносить разовое внесение высоких концентраций солей, оказывались неустойчивыми к длительному действию солей постепенно возрастающих концентраций. Это кажущееся противоречие объясняется авторами реципрокностью исходной и адаптивной устойчивости. Реципрокность предполагает одновременное функционирование в растениях исходной и адаптивной устойчивости, причем растения, обладающие высокой исходной устойчивостью, имеют низкий адаптивный потенциал. И наоборот, растения с низкой исходной устойчивостью оказываются наиболее резистентными к длительному действию экстремального фактора возрастающей интенсивности.

В экологической физиологии существуют две качественно различающиеся адаптационные стратегии в неблагоприятных условиях — увеличение резистентности и повышение толерантности¹¹⁴. Однако в других областях физиологии неизмеримо большее внимание уделяют резистентным реакциям. Это объясняется тем, что развитие стресс-реакции с фазами тревоги и резистентности, описанными Селье, является наиболее часто применяемой стратегией млекопитающих при неблагоприятных воздействиях. Эта стратегия, как было уже описано, характеризуется активным противодействием внешней среде, максимизацией функции основах физиологических систем и в результате сохранением гомостаза или даже явлениями гиперкомпенсации.

Стратегия толерантности (гипобиоз, криптобиоз, гипометаболизм и др.) характеризуется «подчинением», «уступкой» условиям внешней среды, минимизацией функций, что неизбежно приводит к определенным нарушениям гомеостаза. Стратегия направлена не на поддержание гомеостаза, а на сохранение жизни в крайне тяжелых условиях.

Выбор той или другой стратегии определяется биологической целесообразностью, зависящей в свою очередь от характера действующего фактора, его силы и длительности, наличия эндогенных и доступности

¹¹³ Кузнецов В. В., Рошупкин Б. В., Хыдыров Б. Т., Борисова Н. Н. Взаимодействие исходной и адаптивной устойчивости растений при засолении // ДАН СССР. 1990. Т. 34, № 2. С. 509—512.

¹¹⁴ Кулинский В. И., Ольховской И. А. Две адаптационные стратегии в неблагоприятных условиях — резистентная и толерантная. Роль гормонов и рецепторов // Успехи соврем. биол. 1992. Т. 112, № 5—6. С. 697—714.

экзогенных ресурсов питательных веществ и кислорода, наследственности, приобретенного опыта и функционального состояния организма^{48, 115}. Стратегия толерантности используется при 1) ограничении потребления кислорода (гипоксии, нырянии) или пищи (голодании), делающем невозможной или крайне невыгодной расточительную гиперкатаболическую стратегию; 2) перегревании; 3) охлаждении; 4) чрезмерном действии повреждающих факторов. При этом стратегия толерантности может быть как первичной, так и вторичной, т. е. включаться тогда, когда первичная стратегия резистентности оказалась неэффективной.

Сопоставление этой концепции о существовании двух адаптивных стратегий с представлением Меерсона¹¹⁶ о стресслимитирующих системах как тормозных механизмах, подавляющих возбуждение стрессреализующих систем и ограничивающих интенсивность и длительность стресс-реакций, свидетельствует об их очевидной близости, поскольку стратегия толерантности противоположна по направленности стрессовой стратегии резистентности. По мнению Кулинского и Ольховского⁴⁸, представление Меерсона о стресслимитирующих системах — частный случай более общей концепции стратегии толерантности.

Следует подчеркнуть, что толерантная стратегия адаптации может наблюдаться как у животных, так и у растений. Так, у пойкилоксерофитов — многих грибов, лишайников, низших растений, некоторых мхов, папоротников, а также некоторых высших растений (например, у *Myrothamnus flabellifolia*) — при постепенном обезвоживании равномерно снижаются дыхание и фотосинтез (без проявления синдрома Селье), сохраняется энергетическая полноценность дыхания, цитоплазма гелефицируется, в результате чего растение остается жизнеспособным, но становится нежизнедеятельным (криптобиотическим)⁴².

Т.о. эффект реактивности в каждом отдельном случае определяется соотношением исходного к моменту воздействия физиологического состояния реагирующей системы, интенсивности и длительности воздействия раздражителя и специфических особенностей действия последнего. Эти реакции отражают частные случаи общей закономерности реактивности живой системы на различные воздействия, установленной Введенским¹¹⁷. Решающая роль в этом соотношении принадлежит физиологическому

¹¹⁵ Хочачка П., Сомеро Дж. Биохимическая адаптация. М.: Мир, 1988. 568 с.

¹¹⁶ Меерсон Ф.З. Физиология адаптационных процессов. – М.: Наука, 1986. – 639 с.

¹¹⁷ Введенский И. Е. О соотношениях между раздражением и возбуждением при тетанусе. СПб 1986. 348 с.

состоянию реагирующей системы, которая, однако, изменяется под влиянием внешних и внутренних факторов. Введенский^{51, 118, 119}, Ухтомский¹²⁰ и их последователи полагают, что в основе физиологического состояния лежат физико-химические и метаболические превращения в тканях. В последние годы убедительно показана важная роль мембран в ответной реакции на внешние воздействия¹²¹. Кондрашова^{122, 123} показала, что самой чувствительной частью клетки являются митохондрии. Их реакции и состояние определяют реакцию и состояние всей клетки, в том числе противостояние ее внешнему воздействию.

Физиологами растений была также неоднократно показана зависимость ответной реакции от силы, длительности и специфики воздействия, а также от физиологического состояния клеток и тканей^{124, 125}. Обнаружено, что в зависимости от дозы одно и то же воздействие может проявлять различную специфику влияния^{126, 127}. Установлено, что в зависимости от физиологического состояния растительной системы один и тот же фактор одинаковой интенсивности может выступать как блокатор метаболизма или как активатор^{128, 129, 130}. У растений, как и у животных, решающее значение в

¹¹⁸ Введенский Н. Е. Возбуждение, торможение и наркоз // Полн. собр. соч. Л.: ЛГУ, 1953 Т. 4. С. 7—146.

¹¹⁹ Введенский Н. Е. О раздражителях и ядрах (1902) // Полн. собр. соч. Л.: ЛГУ, 1953. Т. 4 С. 149—151.

¹²⁰ Ухтомский А. А. Об изменениях раздражительности мышц под влиянием утомления // Тр. IX Пироговского съезда. 1904. Т. 1. С. 93—108.

¹²¹ Эйдуз Л. Х. Роль мембраны в реакции клеток на внешние воздействия // Биофизика живой клетки. Пушино, 1974. С. 96—108.

¹²² Кондрашова М. Н. Регуляция янтарной кислотой энергетического состояния и функционального состояния ткани: Автореф. докт. дис. Пушине, 1977. 59 с.

¹²³ Кондрашова М. Н., Григоренко Е. В. Проявление стресса на уровне митохондрий, их стимуляция гормонами и регуляция гидроаэроионами // Журн. общ. биол. 1985. Т. 46, № 4. С. 516—526.

¹²⁴ Беликов П. С. Растительная клетка. М.: Наука, 1980. 71 с.

¹²⁵ Гордон Л. Х. Дыхание и водно-солевой обмен растительных тканей. М.: Наука, 1976. 119 с

¹²⁶ Польшгалова О. О., Гордон Л. Х., Булгакова И. Б., Алексеева В. Я. О неоднозначности эффектов 2,4-ДНФ на уровне целой растительной ткани // Физиология и биохимия культ. растений. 1997. Т. 23, № 4. С. 343-347.

¹²⁷ Пахомова В. М., Пахомов Д. В. Неспецифический адаптационный синдром отсеченных корней // Успехи соврем. биол. 1992. Т. 112, № 3. С. 398—409.

¹²⁸ Пахомова В. М. Некоторые закономерности функционирования клеток в условиях голодания (на примере изолированных корней) // Журн. общ. биол. 1991. Т. 56, № 1. С. 17—29.

¹²⁹ Пахомова В. М. О роли исходного физиологического состояния клеток отсеченных корней пшеницы и ответной реакции на альтерирующее воздействие // Биол. науки. 1992. № 7. С. 104—110.

¹³⁰ Пахомова В. М. О новом стационарном уровне функционирования клеток отсеченных корней пшеницы при многочасовой адаптации // Регуляция ферментативной активности и биоэлектrogenез у растений. Нижний Новгород: Нижегород. ун-т, 1992. С. 25—29.

определении физиологического статуса отводится состоянию энергетики и мембран ^{131, 132, 133}.

Таким образом, налицо глубокое единство ответных реакций клеток животных и растений на действие раздражителей. И это единство состоит в однотипности, неспецифичности ответных реакций тех и других, в их нетождественности, потому и их специфичности, во взаимной связи неспецифического со специфическим ¹³⁴.

Беликов ⁵⁸ писал: «Раздражимость — это наипростейший и вместе с тем универсальный регуляторный механизм, присущий растительным и животным клеткам. Он осуществляет срочное приспособление живых тел к новым условиям. И в этом смысле можно говорить о рефлексе не только у животных, но и у растений. Конечно, с появлением специальных структур — нервов — многое изменилось и, прежде всего, возросла скорость передачи возбуждения, увеличилась чувствительность, но в чистом виде сама раздражимость должна была возникнуть вместе с возникновением жизни».

Материалы и методы исследований

Основные исследования проводились на растениях гречихи *Fagopyrum esculentum* Moench. сорта Аромат, гороха *Pisum sativum*, ячменя *Hordeum vulgare*. Перед посевом семена обрабатывали импульсным давлением (ИД). При детонации взрывчатого вещества возникает ударная волна высокого давления, которая передается через водную среду на семена. Каждое семя при этом испытывает объемное сжатие. Время прохождения ударной волны составляет 15-25 мксек. Давление на фронте ударной волны рассчитывали по формуле ¹³⁵:

$$P = 533 \cdot (Q^{1/3} \cdot R^{-1})^{1,13}, \text{ где}$$

P - давление, МПа

Q - масса заряда взрывчатого вещества, кг

R - расстояние от центра взрыва до поверхности семян, м.

¹³¹ Жолкевич В. Н. Энергетика дыхания высших растений в условиях водного дефицита. М.: Наука, 1965. 228 с.

¹³² Семихатова О. А. Энергетика дыхания растений в норме и при экологическом стрессе. Л.: Наука, 1990. 73 с.

¹³³ Пахомова В. М., Пахомов Д. В. Энергетическое состояние клеток отсеченных корней пшеницы // физиология и биохимия культ, растений. 1992. Т. 24, № 6. С. 550—553.

¹³⁴ Урманцев Ю. А., Гудсков П. Л. Проблема специфичности и неспецифичности ответных реакций растений на повреждающее воздействие // Журн. общ. биол. 1956. Т. 48, № 3. С. 337—349.

¹³⁵ Пихтовников Р. В., Завьялова В. И. Штамповка листового материала взрывом. – М.: Машиностроение, 1964. – 176 с.

Из приведенной формулы видно, что основными параметрами, регулирующими ИД, являются масса заряда и расстояние от центра взрыва до поверхности семян, которые точно дозируются. Семена помещали в поролоновые кассеты, закрытые сверху марлей, укладывали на дно стального контейнера с водой и производили обработку по заданным технологическим параметрам^{136, 137, 138, 139, 140}. Для обработки семян использовались давления 11 МПа, 23 МПа, 29 МПа¹⁴¹.

Для определения энергии прорастания и всхожести после обработки отбирали фракцию чистых выполненных семян. четыре пробы по 100 семян помещали в кювету на влажную фильтровальную бумагу, накрывали покровным стеклом и ставили в термостат, где создавалась оптимальная температура для прорастания семян. Затем подсчитывали проросшие семена через 3, 5, 8 суток.

Определяли влажность семян при высушивании до замачивания и во время прорастания через 24, 48, 72 час после замачивания.

Как известно, при прорастании усиливается дыхание семян. В живой клетке имеются аэробные дегидрогеназы, участвующие в окислении органических веществ в процессе дыхания и способные передавать электроны от окисляемого субстрата на кислород. При этом образуется вода или токсичные пероксид водорода и супероксид-анион кислорода. В клетке присутствуют ферменты, например каталаза, расщепляющие эти вещества. По активности каталазы можно косвенно судить об интенсивности дыхания и активности аэробных дегидрогеназ.

Для определяли активность каталазы по А.Н.Баху и А.И.Опарину.

¹³⁶ Пат. RU 2083073 C1 6A01 C 1/00 A01 G 7/04 Способ предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур / Э.С. Атрощенко, В.Н. Хрянин, Е.Э. Атрощенко, А.Д. Теплов, А.Е. Розен, А.Н. Ионова // Б.И. – 1997. – № 19.

¹³⁷ Предварительная обработка семян ударным давлением / А.С. Мурадян, Н.В. Бабенко, Е.Э. Нефедьева, А.Б. Голованчиков // Городу Камышину - творческую молодёжь: матер. IV регион. науч.-практ. студенческой конф., г. Камышин, 14-16 апр. 2010 г. В 7 т. Т. 5 / КТИ (филиал) ВолгГТУ. - Волгоград, 2010. - С. 52-55

¹³⁸ Способы и устройства для предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур импульсным давлением / Е.Э. Нефедьева, А.Б. Голованчиков, Е.Н. Дрямов, А.С. Мурадян // Новые направления в решении проблем АПК на основе современных ресурсосберегающих, инновационных технологий: матер. междунар. науч.-пр. конф., посвящ. 65-летию Победы в Великой Отечественной войне (Волгоград, 26-28 янв. 2010 г.) / ФГОУ ВПО "Волгогр. гос. с.-х. академия" [и др.]. - Волгоград, 2010. - Т. 2. - С. 178-181.

¹³⁹ П.м. RUS 175463. Устройство для обработки семян, подлежащих хранению / Нефедьева Е.Э., Голованчиков А.Б., Павлова В.А., Лысак В.И., Кузьмин С.В., Балашов В.А. ВолгГТУ. - 2017

¹⁴⁰ Пат. 2377753 РФ. Способ предпосевной обработки семян гречихи / В.И. Лысак, С.В. Кузьмин, Е.Э. Нефедьева; ГОУ ВПО ВолгГТУ. - 2010.

¹⁴¹ Баньковская, Ю.Р. Переносное устройство для предпосевной обработки семян / Ю.Р. Баньковская, А.Б. Голованчиков, Е.Э. Нефедьева // Тезисы докладов смотра-конкурса научных, конструкторских и технологических работ студентов Волгоградского гос. техн. ун-та, Волгоград, 15-18 мая 2012 г. / ВолгГТУ, Совет СНТО. - Волгоград, 2012. - С. 124-125.

Полученные данные подвергали статистической обработке. Рассчитывали средние арифметические (\bar{x}), их стандартные отклонения (σ) и стандартные ошибки (m).

Для оценки существенности различий рассчитывали критерий Стьюдента.

Определяли доверительный интервал Р по справочным таблицам ¹⁴².

Проведенные исследования позволили выяснить действие импульсного давления как стрессирующего фактора на некоторые процессы, происходящие при прорастании семян.

Изменение всхожести семян после ударно - волновой обработки

Импульсное давление (ИД) является стрессирующим фактором. Стресс наступает в семенах в ответ на воздействие окружающих условий, которые противодействуют процессам, приводящим к прорастанию. Прорастание семян состоит из ряда фаз: набухание, проклевывание, гетеротрофный рост в темноте (в почве) и переход к автотрофному способу питания (всходы)¹⁴³. Поступление воды в семя - пусковой фактор прорастания. Поглощение воды при набухании семян происходит прежде всего за счет гидратации биокolloидов, в результате чего развивается онкотическое давление, и разрываются семенные оболочки. При набухании активируются гидролитические процессы, начинается синтез белков и возрастает интенсивность дыхания. Когда оводненность семян достигает уровня критической влажности (40-60% сырой массы), через разорванные семенные покровы появляется кончик зародышевого корня (проклевывание)¹⁴⁴. Появление корня на этой фазе не связано с активацией деления клеток. Дистальная часть корня выталкивается в результате растяжения клеток зародышевой оси. По-видимому, это растяжение обеспечивается подкислением клеточных стенок за счет дыхательного CO₂ и, возможно, благодаря активации протонной помпы. Одновременное накопление осмотически активных веществ в клетках, обусловленное гидролитическими процессами, поддерживает этот рост растяжением.

¹⁴² Шмидт В.М. Математические методы в ботанике. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. – 288 с.

¹⁴³ Полевой, В.В. Физиология целостности растительного организма / В. В. Полевой // Физиология растений. – 2001. – Т.48, №4. – С.631-643.

¹⁴⁴ Обручева Н.В., Антипова О.В., Иванова И.М. Запуск роста осевых органов и его подготовка при прорастании семян, находящихся в вынужденном покое. I. Накопление осмотически активных веществ в осевых органах семян кормовых бобов // Физиология растений. Т.40. N 5. С.742-748.

Стресс имеет тенденцию временно задерживать прорастание или даже полностью подавлять его в семенах, которые готовы к этому процессу и смогли бы уже начать прорастание ^{145, 146}.

Обработка плодов гречихи импульсным давлением (11 МПа, 23 МПа, 29 МПа) привела к изменению энергии прорастания и всхожести семян (таблица 3.1).

Таблица 3.1.

Влияние импульсного давления на всхожесть семян, %

| Возраст, сут | Давление, МПа | | | | |
|--------------|---------------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 (контроль) | 11 | 17 | 23 | 29 |
| Гречиха | | | | | |
| 3 | 80±3% | 20*±3 | 14*±1 | 8*±1 | 3*±1 |
| 5 | 87±4 | 80 ±3 | 65*±3 | 27*±2 | 62*±2 |
| 8 | 91±4 | 90 ±5 | 79*±4 | 35*±2 | 70*±3 |
| Горох | | | | | |
| 3 | 73±2 | 19*±2 | 12*±2 | 9*±2 | 4*±2 |
| 5 | 79±3 | 65*±3 | 54*±2 | 39*±2 | 33*±3 |
| 8 | 81±3 | 77 ±4 | 66*±5 | 61*±2 | 56*±3 |
| Ячмень | | | | | |
| 3 | 68±2 | 16*±2 | 11*±2 | 5*±3 | 2*±1 |
| 5 | 89±3 | 85 ±5 | 72*±2 | 68*±3 | 49*±2 |
| 8 | 95±5 | 96 ±5 | 87 ±4 | 76*±4 | 68*±3 |

Примечание к таблице 3.1. Здесь и далее достоверные различия с уровнем существенности не менее 95% обозначены знаком *.

Как видно из таблицы 3.1, изменение прорастания семян гречихи, гороха и ячменя в лабораторных условиях аналогично. На третьи сутки энергия прорастания семян, обработанных ИД, была намного ниже, чем в контроле. Наиболее значительно подавляли всхожесть ИД 23 и 29 МПа. Таким образом, совершенно очевидна зависимость энергии прорастания семян гречихи от мощности импульсного давления в начальный период. С увеличением дозы воздействия уменьшалась энергия прорастания семян. При дальнейшем проращивании растений также отмечалось уменьшение энергии прорастания опытных семян по сравнению с контролем. Однако у контрольных семян всхожесть и энергия прорастания отличались незначительно, т.е. прорастание происходило дружно, и большинство проростков появились уже на третьи сутки.

¹⁴⁵ Хан А.А. Физиология и биохимия покоя и прорастания семян. М.: Колос, 1982. 495 с.

¹⁴⁶ Влияние обработки импульсным давлением на динамику содержания протеина в зерновках пшеницы при хранении / В.А. Павлова, Е.Э. Нефедьева, В.И. Лысак, С.Л. Белопухов, В.В. Верхотуров // Хлебопродукты. - 2013. - № 12. - С. 55-57.

При обработке ИД 11 МПа семена всех видов прорастали менее дружно, чем контрольные, но в возрасте 8 сут их всхожесть не отличалась от контроля. Таким образом, отмечен «ростовой покой», связанный с фазой первичной стрессовой реакции, и переход к фазе адаптации.

Под действием ИД 17 МПа энергия прорастания семян в возрасте 3 – 5 сут также была значительно ниже, чем в контроле, и всхожесть также уменьшилась. Следовательно, еще в фазе первичной стрессовой реакции происходила гибель некоторых проростков, а переход к фазе адаптации был замедлен.

ИД 23 и 29 МПа оказали еще более сильное подавляющее действие. Интересно отметить, что для семян гречихи ИД 23 МПа оказалось более сильным ингибитором, чем ИД 29 МПа. Как было показано ранее ¹⁴⁷, при этом давлении происходят нестабильные переходные процессы¹⁴⁸, что сказывается на устойчивости растений ¹⁴⁹.

Имеются видоспецифичные черты реакции семян на ИД. Семена гороха изначально имели несколько меньшую всхожесть, чем семена гречихи. Их реакция на ИД связана не только с видоспецифичностью, но и с меньшей устойчивостью. При ИД 11,17,29 МПа отмечено более значительное снижение всхожести, чем у гречихи. В отличие от гречихи реакция семян на ИД 23 МПа соответствует общей закономерности. Для семян ячменя была характерна большая разница между энергией прорастания и всхожестью. Эта тенденция сохранилась при обработке семян ИД. Однако устойчивость ячменя к воздействию оказалась гораздо выше. Давления 11 и 17 МПа не угнетали растения (ИД 17 МПа способствовало снижению всхожести семян гречихи и гороха), а ИД 23 и 29 МПа в меньшей степени способствовали замедлению прорастания семян ячменя по сравнению с семенами гречихи и гороха.

Таким образом, выявлена зависимость энергии прорастания семян гречихи, гороха, ячменя от величины ИД, а также некоторые видоспецифичные черты реакции растений на ИД.

В полевых условиях всхожесть опытных и контрольных семян на 8-е сутки не отличалась. По-видимому, это обстоятельство связано с тем, что

¹⁴⁷ Нефедьева Е.Э., Хрянин В.Н. Особенности стрессовой реакции растений гречихи на ударно-волновое воздействие // Доклады академии наук. 1999. № 2. С.286-288.

¹⁴⁸ Веселова Т. В., Веселовский В. А., Власенко В. В., Мацкивский В. И., Пеньков Ф. М., Чернявский Д. С. Вариабельность как тест перехода клетки в состояние стресса в условиях интоксикации // Физиология растений. 1990. Т. 37, № 4. С. 733—738.

¹⁴⁹ Исследование возможностей применения предпосевной обработки семян огурца импульсным давлением для повышения урожайности растений / В.И. Лысак, Е.Э. Нефедьева, М.Н. Белицкая, В.В. Карпунин // Аграрный вестник Урала. - 2009. - № 4. - С. 70-74.

при проращивании растений на фильтровальной бумаге в кюветах ингибиторы роста концентрируются в водной среде и на более поздних этапах тормозят процессы прорастания. В полевых условиях они диффундируют в почву и не оказывают прямого влияния на прорастание. Вероятно, стимуляторы роста, выделяемые почвенными бактериями, также оказывают влияние на прорастание семян. Следовательно, торможение роста связано с накоплением растворимых ингибиторов.

Поглощение воды как пусковой фактор прорастания семян

Исходя из того, что запуск ростовых процессов связан с уровнем оводненности семян ¹⁵⁰, было изучено действие импульсного давления на водопоглощение семян гречихи (рис.3.1), гороха (рис. 3.2), ячменя (рис. 3.3). В первые часы поглощение осуществляется благодаря повышению проницаемости семенных покровов и за счет гидратации биополимеров (Полевой, Саламатова, 1991), увеличение содержания воды связано с развитием микрокапиллярной системы семени. Как известно ⁸¹, при влажности семян до 60% осмотический потенциал составляет около 20% от величины водного потенциала. Поэтому увеличение оводненности семян также связано с изменением матричного потенциала, т.е. с набуханием биополимеров.

Как видно из рис. 3.1, поглощение воды семенами гречихи замедлялось после обработки ИД и зависело от интенсивности воздействия. Это явление могло быть связано с торможением деградации полимеров. Возможно, замедление поступления воды – одна из причин снижения всхожести семян.

Водопоглощение семян гороха (рис.3.2) и ячменя (рис.3.3), обработанных ИД, практически не отличалось от контроля. Было показано, что всхожесть этих семян ингибируется менее значительно по сравнению с семенами гречихи.

¹⁵⁰ Обручева, Н.В. Уровень оводненности как пусковой фактор мобилизации крахмала и белка при прорастании семян гороха / Н. В. Обручева, Л. С. Ковадло, А. А. Прокофьев // Физиология растений. – 1988. – Т.35. – Вып.2. – С.322-328.

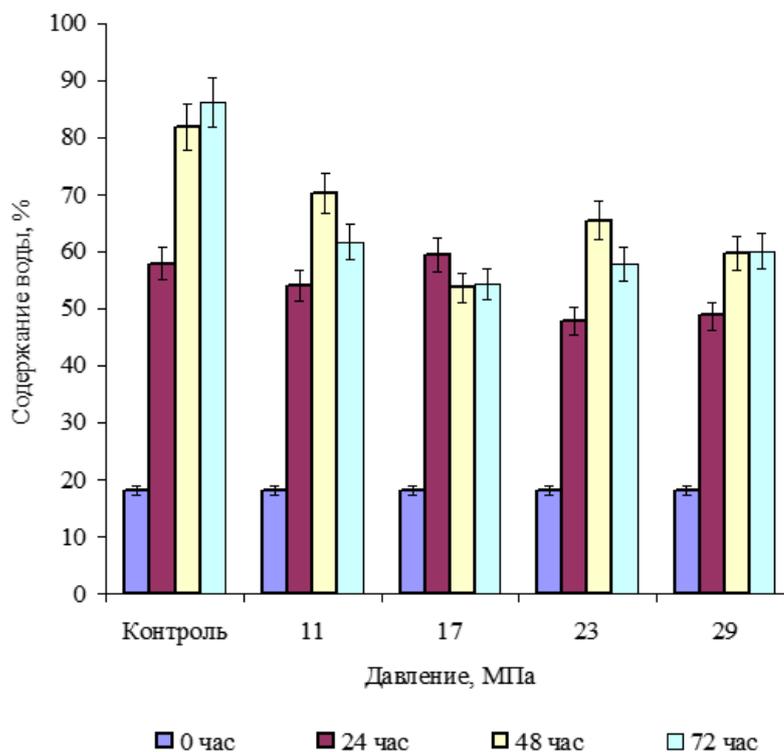


Рисунок 3.1. Действие импульсного давления на поглощение воды семенами гречихи

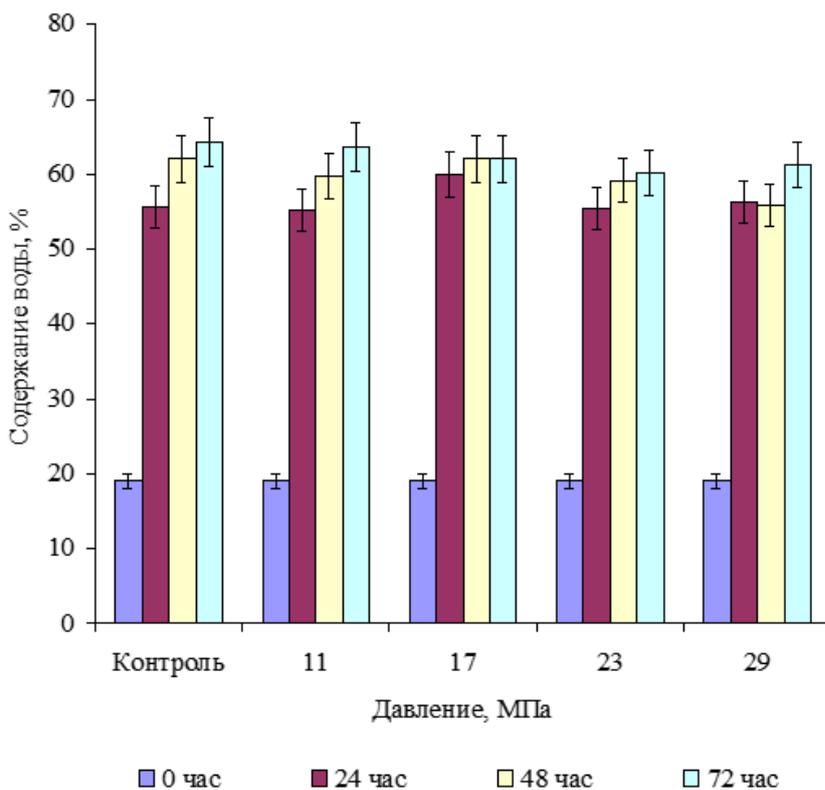


Рисунок 3.2. Действие импульсного давления на поглощение воды семенами гороха

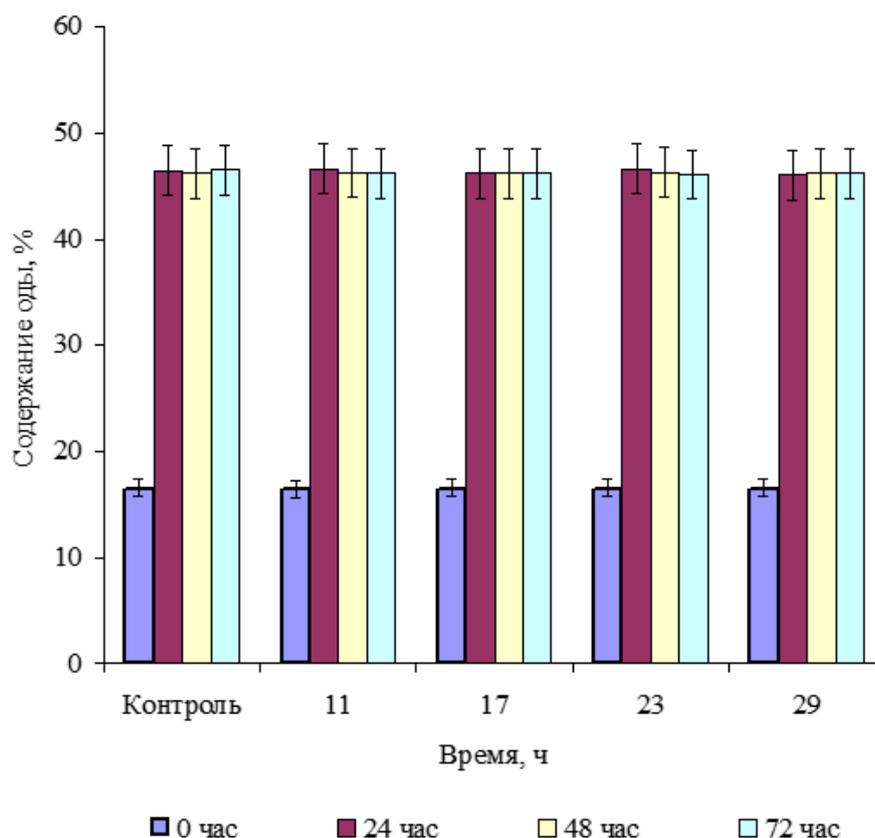


Рисунок 3.3. Действие импульсного давления на поглощение воды семенами ячменя

Как известно ⁸¹, проклевывание начинается при достижении семенами влажности 40-65% сырой массы. Физиологические процессы, подготавливающие прорастание, начинаются при оводненности осевых органов 60% - пределе влажности, достигаемом при т.н. физическом набухании. Дальнейшее поступление воды в ткани связано с возрастанием осмотического потенциала за счет накопления осмотически активных веществ: ионов, сахаров, аминокислот. Вещества органической природы образуются в процессе гидролиза запасных питательных веществ. Нами обнаружено, что при воздействии импульсных давлений различных режимов влажность семян гороха и ячменя на данной стадии (24-72 час после замачивания) не изменяется по сравнению с контролем. Вероятно, эта фаза проклевывания является критической и подчиняется жесткой генетической программе.

Известно, что одной из главных особенностей реакции растений на стрессовое воздействие является усиление процессов распада липидов и биополимеров. Стартом деградации липидов являются энзиматические

реакции гидролиза сложноэфирных связей. Поскольку жирные кислоты функционируют в клетке как фактор разобщения синтеза АТФ и электронного транспорта, они представляют опасность для клетки и подвергаются ферментативному окислению. Оксигенированные производные полиненасыщенных жирных кислот, образующиеся при стрессе с участием некоторых оксигеназ, обладают регуляторными функциями и оказывают влияние на процесс адаптации. Аналогично при гидролизе полисахаридов образуются физиологически активные олигосахариды, являющиеся индукторами экспрессии генов. Спектр ответных реакций зависит от конформации онных перестроек, обеспечивающих атакуемость молекулы протеиназами и определяющими интенсивность распада ¹⁵¹.

Биохимические процессы в прорастающих семенах

Процессы, идущие при прорастании, требуют затрат энергии. Источником энергии являются запасные питательные вещества: крахмал, жиры. При аэробном окислении этих веществ выделяется энергия в виде АТФ. Кроме того, амфиболиты могут участвовать в синтезе *de novo* веществ, необходимых растущему зародышу.

Через 36-48 час после начала набухания рост как побега, так и корня обусловлены синтезом ДНК и делением клеток. Одновременно происходит массовая мобилизация запасных веществ запасяющих органов и приток их к растущим органам проростка. Эти процессы связаны с изменением сырой и сухой массы в прорастающих семенах. Ферменты, образующиеся через 36-48 час после начала замачивания, или присутствующие в эндосперме, участвуют в расщеплении запасных веществ. Крахмал распадается на сахара, белки расщепляются до аминокислот, а последние – до органических кислот и аммиака, который обезвреживается в виде амидов. В процессах прямого аминирования и трансаминирования образуются новые аминокислоты, которые перетекают в осевую часть зародыша для построения новых специфичных белков. Более сложные превращения претерпевают жиры. Жиры по сравнению с углеводами – более восстановленные соединения, поэтому при их окислении выделяется больше энергии. Распад жиров начинается с образования жирных кислот и глицерина. Процесс катализируется липазами, она из которых находится непосредственно в олеосомах, а другая – в мембране глиоксисом, в которых жирные кислоты окисляются до ацетил-

¹⁵¹ Тарчевский И.А. Сигнальные системы клеток. – М.: Наука, 2002. – 294 с.

коА. Последний образуется также при анаэробном расщеплении сахаров. Ацетил-коА вступает в глиоксилатный цикл или цикл трикарбоновых кислот. Глицерин превращается дегидрооксиацетон и далее в сахарозу или фосфоглицериновый альдегид. Образовавшиеся в результате распада вещества либо используются как дыхательный материал, либо участвуют в пластическом обмене зародыша. Следовательно, при прорастании идут многочисленные взаимосвязанные процессы – распад питательных веществ, их превращение, транспорт и образование из них новых веществ, идущих на построение тканей и органов.

Уже в первый период после замачивания интенсивность поглощения кислорода возрастает, особенно сильно возрастает интенсивность гексозо-монофосфатного пути, а затем гликолиза. Увеличение интенсивности дыхания сопровождается усилением накопления АТФ и значительным увеличением энергетического запаса клетки, что и является необходимым условием для процессов обмена. Через 10-12 час от начала набухания митохондрии усиленно растут и дифференцируются. Через 24 часа происходит деление митохондрий, их число резко возрастает. Процесс окислительного фосфорилирования активизируется и становится главным источником АТФ. Часть энергии рассеивается в виде тепла, что также немаловажно для нормального прорастания семян. В природных условиях семена обычно прорастают, когда почва имеет еще относительно низкую температуру. Сохранению тепла способствует низкая теплопроводность почвы.

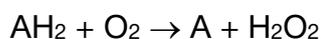
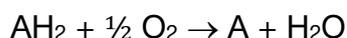
В настоящее время установлено, что в клетках существует оксигеназный путь утилизации липидов. Оксигенированные производные полиненасыщенных жирных кислот, образующиеся при стрессе, обладают регуляторными функциями и оказывают влияние на процесс адаптации. Аналогично при гидролизе полисахаридов образуются физиологически активные олигосахариды, являющиеся индукторами экспрессии генов. Спектр ответных реакций зависит от конформационных перестроек, обеспечивающих атакуемость молекулы протеиназами и определяющими интенсивность распада¹⁵². Таким образом, выявленное повышение активности гидролитических ферментов при воздействии ударных волн высоких давлений связано с конформационными изменениями макромолекул. Важно, что продукты гидролиза, являясь также осмотически активными веществами, способствуют усилению поглощения воды семенами.

¹⁵² Тарчевский И.А. Метаболизм растений при стрессе (избранные труды). – Казань: Фэн, 2001. – 448 с.

Особенности дыхания прорастающих семян

Наиболее высокой интенсивностью дыхания обладают молодые органы и ткани растений, находящиеся в состоянии активного роста.

В растительных клетках имеется основная редокс-система – дыхательная цепь. Она функционирует на внутренней мембране митохондрий. Её терминальной оксидазой является цитохромоксидаза. Однако имеются и другие оксидазные и оксидоредуктазные системы в клетке: альтернативная терминальная оксидаза, аскорбатоксидазы, полифенолоксидазы, флавопротеиновые оксидазы и др. Это аэробные дегидрогеназы, способные передавать электроны от окисляемого субстрата на кислород. При этом образуются вода, пероксид водорода (H_2O_2) и супероксид-анион кислорода (O_2^-):



Примером оксидаз первой группы может быть цитохромоксидаза, полифенолоксидаза и др., второй группы – флавопротеиновые оксидазы (например, оксидазы аминокислот), третьей группы – ксантинооксидаза и т.п.

Пероксид водорода и особенно супероксид-анион оказывают в высоких концентрациях токсичное действие на цитоплазму, поэтому в клетках быстро трансформируются в H_2O и O_2 под действием специальных ферментов:

супероксиддисмутаза



каталаза



В последней реакции участвуют 2 молекулы H_2O_2 : одна из них выступает как донор, а вторая – как акцептор электрона.

К пероксидазам относят целую группу ферментов, использующих в качестве окислителя пероксид водорода: классическую пероксидазу, NAD- и NADP-пероксидазы, пероксидазу жирных кислот, глутатионпероксидазу, цитохромпероксидазу и др. Все они работают по следующей схеме:

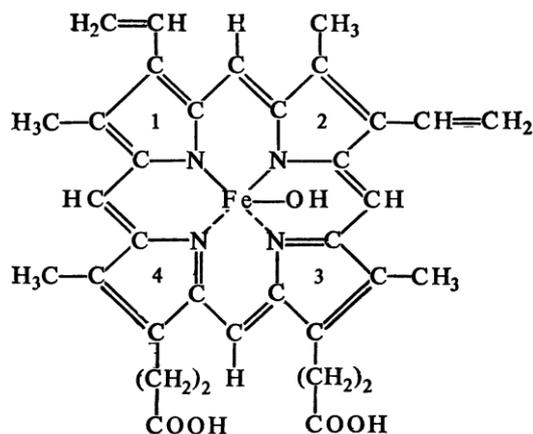
пероксидаза



Следовательно, пероксидаза участвует в утилизации пероксида водорода, образовавшегося как побочный продукт дыхания. Активность каталазы и пероксидазы связаны с интенсивностью дыхания, в частности, с активностью оксидаз.

Действие импульсного давления на активность каталазы

Рассмотрим свойства фермента каталазы (КФ 1.11.1.6), относящейся к классу оксидоредуктаз. Фермент широко распространен в природе, встречается у животных, растений, всех аэробных бактерий. Каталаза – двухкомпонентный фермент, состоящий из белка и соединенной с ним простетической группы. Кристаллическая каталаза содержит 0,09% железа или 4 атома его на молекулу фермента. Простетическая группа каталазы связывается с белком двумя карбоксилами (тождественна простетической группе пероксидазы). Простетическая группа содержит гематин:



Каталаза ингибируется синильной кислотой, сероводородом, фторидами. Роль каталазы в организме заключается в том, что она разрушает ядовитую для клеток перекись водорода.

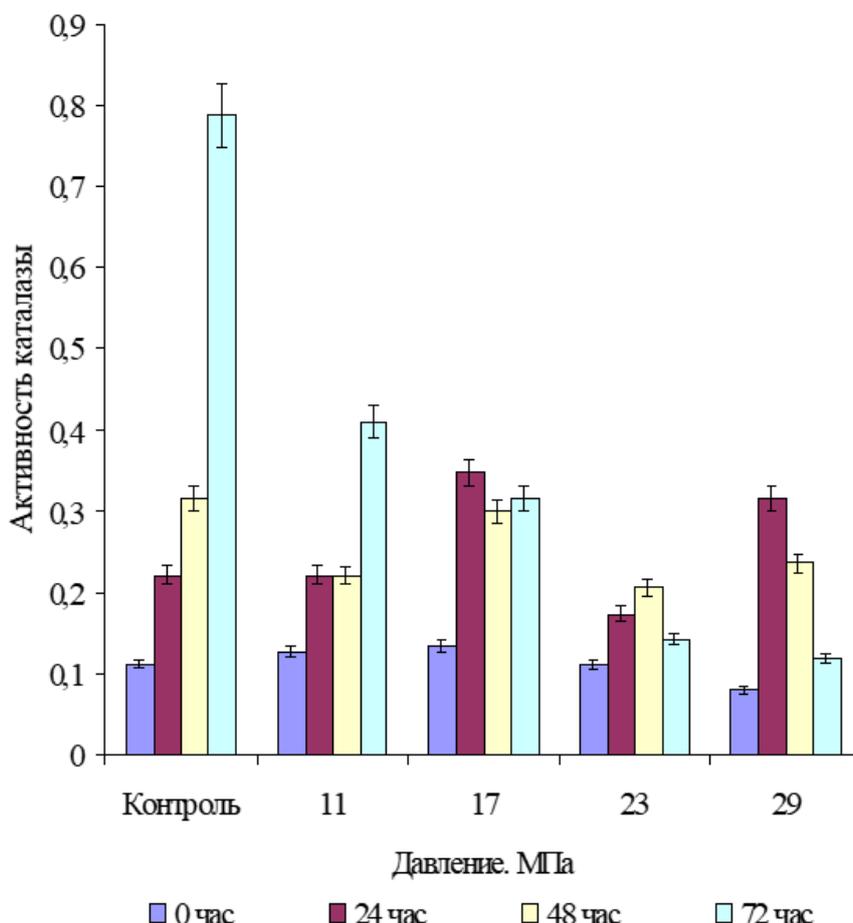


Рисунок 3.4. Действие импульсного давления на активность каталазы семян гречихи

Изучено действие импульсного давления на активность каталазы семян гречихи, гороха, ячменя. Как показали исследования (рис.4), в контроле активность каталазы повышалась с увеличением возраста прорастающих семян. В сухих семенах гречихи (возраст – 0 час) активность каталазы имела тенденцию к увеличению при ИД 11 и 17 МПа и снижалась при ИД 29 МПа. Известно, что всхожесть коррелирует с интенсивностью дыхания семян. Исходя из полученных результатов следует предположить, что в результате действия стрессора в малых дозах в семенах активизировались процессы дыхания, что привело к увеличению активности каталазы, а в дальнейшем способствовало усилению роста растений. ИД большой амплитуды, напротив, ингибировало дыхание, активность каталазы и прорастание семян.

Через 24 часа активность каталазы увеличилась относительно контроля при ИД 17 и 29 МПа. Поскольку эти давления имеют большую амплитуду, можно предположить усиление травматического дыхания. Снижение

активности фермента при ИД 23 МПа соответствовало снижению всхожести.

В возрасте 48 час после замачивания начинается накопление ингибиторов, снижение активности каталазы и, вероятно, ослабление клеточного дыхания под действием ИД.

Через 72 час прорастания произошло линейное снижение активности каталазы семян, обработанных ИД, относительно контроля. Очевидна зависимость активности фермента от величины ИД. Торможение прорастания семян соответствует изменению активности фермента.

В целом следует отметить линейное нарастание активности фермента с возрастом в контроле и при ИД 11 МПа и колебательные изменения активности фермента при ИД 23 и 29 МПа. Следовательно, колебания могут свидетельствовать о повреждении системы обмена веществ и развитии стрессовой реакции. Нерегулярные изменения активности при ИД 17 МПа соответствовали нестабильным переходным процессам в развитии стресса.

Изучение действия ИД на активность каталазы семян гороха (рис.3.5) показало, что в прорастающих семенах активность фермента увеличивалась почти линейно во всех вариантах опыта в процессе набухания и прорастания. Увеличение активности фермента под действием ИД больших амплитуд произошло уже в сухих семенах. Следовательно, травматическое дыхание в семенах началось еще до замачивания, сразу после обработки.

В возрасте 24 час активность каталазы набухающих семян увеличилась относительно контроля при ИД 11 и 23 МПа. Через 48 час активность фермента почти соответствовала контролю, т.е. начался относительный спад активности. Для семян, обработанных ИД 11 МПа этот спад, вероятно, связан с процессами саморегуляции, т.к. в возрасте 72 час активность фермента увеличилась на 65% относительно контроля. В остальных вариантах опыта активность каталазы снижалась относительно контроля закономерно в возрасте 48 и 72 час.

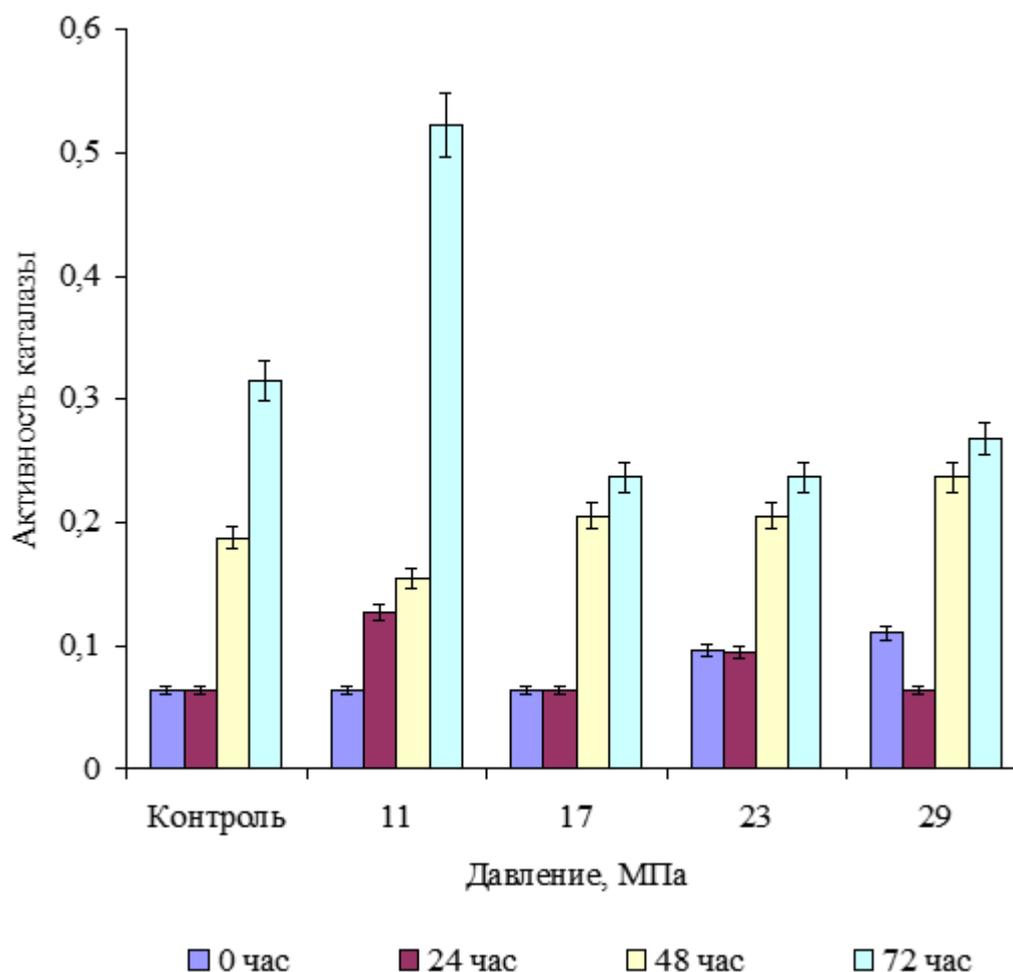


Рисунок 3.5. Действие импульсного давления на активность каталазы гороха

Активность каталазы набухающих семян ячменя изменялась следующим образом (рис. 3.6).

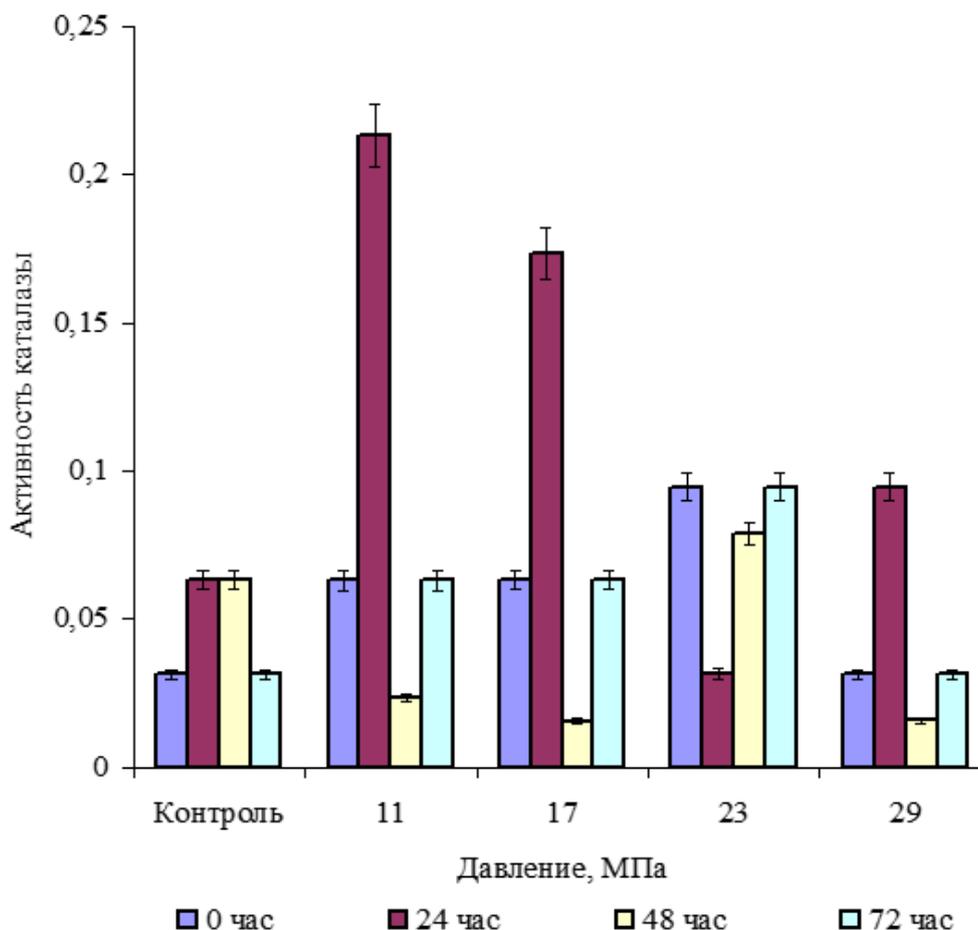


Рисунок 3.6. Действие импульсного давления на активность каталазы семян ячменя

Усиление интенсивности дыхания семян, с которым связано повышение активности каталазы в 2–3 раза, можно было обнаружить уже в сухих семенах после обработки ИД. Максимальная активность соответствовала ИД 23 МПа.

Через 24 час после замачивания активность каталазы увеличилась при ИД 11 и 17 МПа. до 2 раз по сравнению с контролем. Это увеличение активности фермента следует считать благоприятным, т.к. свхожесть семян ячменя в данных вариантах соответствовала контролю. Таким образом, повышение активности фермента может быть связано с интенсификацией обмена веществ прорастающих семян под действием ИД.

В возрасте 48 часов при ИД 11 и 17 МПа произошло снижение активности каталазы относительно контроля, а еще через сутки – повышение активности. Таким образом, существуют колебания обменных процессов,

вызванные ИД. Эти колебания связаны с включением репарационных –систем и указывают на развертывание стрессовых онтогенетических программ.

ИД 29 МПа также вызвало колебания активности каталазы, но они имели меньшую амплитуду. В возрасте 3 сут активность фермента соответствовала контролю. ИД 29 МПа тоже способствовало появлению колебаний активности фермента, однако они были противофазными относительно ранее описанных вариантов опыта.

Таким образом, импульсное давление оказало специфическое действие на семена разных видов растений.

Фермент пероксидаза и его чувствительность к различным стрессорам

Фермент пероксидаза (КФ 1.11.1.7) также относится к классу оксидоредуктаз. Ранее отмечалось, что в результате действия некоторых оксидаз образуется перекись водорода, способная играть роль окислителя. Окисление органических соединений перекисью водорода происходит в организме под действием фермента — пероксидазы. Пероксидаза может окислять те или иные соединения с помощью перекиси водорода или каких-либо органических перекисей. С перекисью водорода она образует комплексное соединение, в результате чего перекись активируется и приобретает способность действовать как акцептор водорода.

История изучения пероксидазы начинается с 1855 г., когда Шенбейн обнаружил, что окисление некоторых органических соединений катализируют вещества, содержащиеся в животных организмах, использующие при этом пероксид водорода.

Саундерс¹⁵³ выделяет три этапа в изучении этого фермента. Первый период – до 1918 г. В это время в классических работах Баха и Шода отмечено широкое распространение этого фермента в растениях, и выделена пероксидаза из хрена. Бах впервые опроверг мнение о тождественности каталазы и пероксидазы, описал оптимальные условия для работы последней¹⁵⁴.

Второй период охватывает 1918–1931 гг. Вильштеттер очистил пероксидазу, ввел в энзимологию пурпурогаллиновое число, что имело значение для количественной оценки активности фермента. В 1931 г. был открыт гемин, что послужило поворотным пунктом в изучении химизма и механизма действия пероксидазы.

Третий период – после 1931 г. Изучались строение пероксидазы, кинетика и механизм ее действия, субстратная специфичность. В 1937 г.

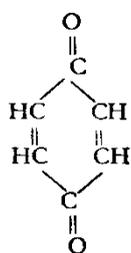
¹⁵³ Саундерс Б.К. Пероксидазы и каталазы // Неорганическая биохимия. М.: Мир, 1978.

¹⁵⁴ Бах А.Н. Собрание трудов по химии и биохимии. – М.: Изд-во АН СССР, 1959.

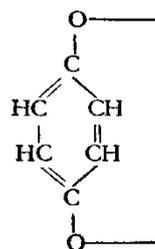
установлено строение гема. В 1943 г. Теорелл и Акесон обнаружили в пероксидазе углеводы.

После того, как выяснилась роль флавиновых и пиридиновых дегидрогеназ, и пероксидазы оказались не на основном пути биологического окисления, интерес к ним ослаб, хотя участие их в дыхании полностью не отвергалось. Большая часть работ, проводимых в этот период, касалась структуры, физико-химических свойств фермента, механизма его действия. – Трудность изучения физиологических функций пероксидазы обусловлена наличием множества молекулярных форм фермента и их широкой субстратной специфичностью.

Пероксидаза окисляет полифенолы и некоторые ароматические амины. А. Н. Бах указал, что многие органические соединения, реагируя с кислородом воздуха, образуют перекиси. Так, хинон, образующийся при окислении полифенола кислородом воздуха, может существовать как в хиноидной, так и в перекисной форме:



Хиноидная форма



Перекисная форма

Особенно легко перекиси образуются при окислении кислородом воздуха соединений, имеющих непередельные связи между двумя атомами углерода: терпенов, каротиноидов, ненасыщенных жирных кислот. Перекиси этих соединений под действием пероксидазы окисляют полифенолы: перекись каротина в присутствии пероксидазы легко окисляет пирогаллол.

Пероксидаза катализирует окисление субстратов за счет кислорода перекиси водорода, выделяющегося при ее разложении. Фермент проявляет малую специфичность по отношению к донорам водорода. Субстратами пероксидазы являются фенольные соединения, диамины, индофенолы, ароматические аминокислоты, аскорбиновая кислота, нитраты, NADPH. Пероксидаза проявляет нитратредуктазную активность.

Пероксидаза, как и каталаза, – двухкомпонентный фермент, простетическая группа его содержит железо, соединенное с остатками четырех пиррольных колец в виде гематина. Гематин пероксидазы и каталазы имеет одно и то же строение, представленное выше. Следовательно, различия в каталитической функции каталазы и пероксидазы объясняются разными

свойствами белков, связанных в этих ферментах с одной и той же простетической группой.

Поскольку пероксидаза особенно легко окисляет полифенолы, она играет важную роль в дыхании растений, так как наряду с полифенолоксидазой может катализировать окисление фенолов в хиноны. Обычно препараты пероксидазы получают из корней хрена. Пероксидаза хрена имеет молекулярную массу 44 100 и представляет собой гликопротеид, содержащий 20% углеводов.

В дрожжах найдена цитохромпероксидаза (1.11.1.5), которая в отличие от обычной пероксидазы специфически окисляет с помощью перекиси водорода только лишь восстановленную форму цитохрома; при этом железо цитохрома становится трехвалентным, цитохром превращается в окисленную форму, а перекись водорода дает воду.

Пероксидаза участвует в окислительно-восстановительных процессах клетки, ей придается большое значение в формировании устойчивости растений к различным неблагоприятным условиям среды¹⁵⁵. В механизмах адаптации растений к внешним воздействиям, в т.ч. к действию ионизирующих излучений, важную роль играют множественные молекулярные формы ферментов. Их гетерогенность является маркером физиологического состояния растения, и, вероятно, может служить показателем метаболических изменений при стрессовом воздействии.

Электрофоретический анализ пероксидаз корней гороха показал значительную гетерогенность фермента. Спектры пероксидазы контрольных образцов по набору компонентов и интенсивности окраски несколько отличались от опытных образцов. Очевидно, действие гамма-радиации на семена вызвало адаптивные перестройки ферментных систем. Об это свидетельствуют изменения, обнаруженные в пероксидазном центре⁸⁶.

Нами были проведены полуколичественные определения активности пероксидазы. Результаты приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2

Действие импульсного давления на активность пероксидазы сухих семян

| Вид растения | Активность каталазы, мг·г ⁻¹ ·мин ⁻¹ | | | |
|--------------|--|----------|----------|----------|
| | Контроль | 17 | 23 | 29 |
| Гречиха | 1,0±0,05 | 1,1±0,07 | 0,9±0,06 | 0,8±0,07 |
| Горох | 0,2±0,02 | 0,2±0,02 | 0,1±0,01 | 0,1±0,01 |
| Ячмень | 0,3±0,02 | 0,5±0,05 | 0,7±0,05 | 0,3±0,02 |

¹⁵⁵ Горланова Т.М., Веселова Л.В. Изоферментный состав пероксидазы корней растений гороха, выращенных из облученных семян // Регуляция ферментативной активности у растений: Межвузовский тематический сборник научных трудов / Под ред. А.А.Анисимова. Горький: Горьковский госуниверситет, 1990. – с.44-45.

Как видно из таблицы, динамика изменения активности пероксидазы и каталазы соответствуют. Следовательно, оба эти фермента участвуют в утилизации пероксида водорода, образовавшегося при участии дыхательных оксидаз. Они характеризуют процессы, происходящие при разворачивании стрессовой программы.

Выводы

1. Показано, что действие импульсного давления (ИД) на семена гречихи, гороха и ячменя приводит к переключению функциональной активности клеток с обычных на стрессовые программы, изменению морфофизиологических показателей и увеличению продуктивности растений.

2. Установлено, что ИД свыше 11 МПа снижало всхожесть семян гречихи и гороха на 12-56% и 15-25% соответственно, ИД свыше 17 МПа снижало всхожесть семян ячменя на 19-27%, при этом прорастание семян было замедленно. Следовательно, ингибирующее действие ИД зависит от дозы воздействия и является видоспецифичным.

3. Обнаружено, что поглощение воды семенами гречихи замедлялось после обработки ИД и зависело от интенсивности воздействия, что связано с торможением деградации полимеров. Водопоглощение семян гороха и ячменя, обработанных ИД, не отличалось от контроля.

4. Выявлено, что в семенах гречихи активность каталазы увеличивалась линейно в процессе прорастания в контроле и при ИД 11 МПа. Отмечены колебательные изменения активности фермента при ИД 23 и 29 МПа, которые могут свидетельствовать о повреждении системы.

5. Показано, что активность каталазы семян гороха увеличивалась линейно во всех вариантах в процессе прорастания, а активность каталазы в семенах ячменя колебалась под действием ИД. Высокая активность фермента при ИД 11-17 МПа благоприятствовала прорастанию семян.

6. Изменение активности пероксидазы семян соответствовало изменению активности каталазы, что подтверждает участие данных ферментов в стрессовой реакции растения.

Заключение

Монография «Техника, технологии, ресурсы: приоритетные направления развития и практические разработки» разработана на основе результатов научных исследований авторов.

Результаты выполненных исследований показали актуальность и своевременность для российской науки рассматриваемых вопросов в области развития техники и технологий.

В работе значительное внимание уделено вопросам, связанным с математическим описанием транспортных систем и транспортных процессов в рамках единых позиций теории транспортных макросистем, вопросам использования методов бизнес-информатики для повышения эффективности корпоративного управления, вопросам технологического развития сельского хозяйства.

В целом, работа отражает научные взгляды на современное состояние техники и технологий. Она представляет интерес как для специалистов в области проведения научных исследований, так и специалистов-практиков.

Библиографический список

1. Агуреев И. Е., Пышный В. А., Кущенко Л. Е. Вопросы управления городскими транспортными системами // Современные социально-экономические процессы: Проблемы, закономерности, перспективы. Пенза, 2017. С. 72-94.
2. Агуреев И. Е., Ахромешин А. В., Пышный В. А. К вопросу оптимизации маршрутной сети города с применением интеллектуальных транспортных систем // Современные технологии: Актуальные вопросы, достижения и инновации. Сборник статей XIV Международной научно-практической конференции. Пенза, 2018. С. 45-50.
3. Адаменко, А.А. Система электронного документооборота: преимущества и недостатки //А.А. Яцкова, Т.Е. Хорольская// Формирование экономического потенциала субъектов хозяйственной деятельности: проблемы, перспективы, учетно-аналитическое обеспечение –материалы науч.конференции- ФГБОУ ВПО «Кубан.гос.аграр.универ.»- Майкоп 2016.- Том. Ч2- 365с.
4. Александров В. Я. Реактивность клеток и белки. Л.: Наука, 1985. 317 с.
5. Альтергот В. Ф. Действие повышенной температуры на растения в эксперименте и в природе. М . Наука, 1981. 56 с.
6. Анисимова, Н.А. Анализ систем электронного документооборота// Н.А.Анисимова//Международная молодежная научная конференция «XXII Туполевские чтения»-материалы конференции сборник докладов - «Казан.нац.исслед.техн.универ. им. А.Н. Туполева-КАИ» -Казань 2015.-изд-во: «Фолиант»- Том IV- 36с.
7. Асаул, А. Н. Культура организации: проблемы формирования и управления / Асаул А. Н., Асаул М. А., Ерофеев П. Ю., Ерофеев М. П. - СПб.: «Гуманистика», 2010. - С. 112.
8. Баньковская, Ю.Р. Переносное устройство для предпосевной обработки семян / Ю.Р. Баньковская, А.Б. Голованчиков, Е.Э. Нефедьева // Тезисы докладов смотра-конкурса научных, конструкторских и технологических работ студентов Волгоградского гос. техн. ун-та, Волгоград, 15-18 мая 2012 г. / ВолгГТУ, Совет СНТО. - Волгоград, 2012. - С. 124-125.
9. Барков С.А. Теория организации: институциональный подход. - М.:КДУ, 2009.-296 с.

10. Батыгин, Н.Ф. Онтогенез высших растений / Н. Ф. Батыгин. – М.: Агропромиздат, 1986. – 100 с.
11. Бах А.Н. Собрание трудов по химии и биохимии. – М.: Изд-во АН СССР, 1959.
12. Беликов П. С. Растительная клетка. М.: Наука, 1980. 71 с.
13. Белов, С.П. Разработка методики подготовки организации к внедрению системы электронного документооборота [Электронный ресурс - znanium]/ Интернет-журнал "Науковедение", Вып. 1, 2014
14. Билан О.А., Бочкарева И.В. Взаимодействие систем корпоративной культуры и мотивации труда персонала организации: монография. -- Екатеринбург: Институт экономики УрОРАН, 2008. 122с.
15. Блехман Г. И. Синтез белка в условиях стресса // Успехи со-
времен, биол. 1987. Т. 103, № 3. С. 340—353
16. Блехман Г И., Шеламонова Н. А. Синтез и распад макромолекул
в условиях стресса // Успехи современ. биол. 1992. Т. 112, № 2. С. 281—297.
17. Брассингтон Ф., Петтитт С. Основы маркетинга / Ф. Брассинг-
тон, С. Петтитт. – М.: Бизнес Букс, 2014. – 536 с.
18. Браун А. Д., Моженок Т. П. Неспецифический адаптационный
синдром клеточной системы. Л.: Наука, 1957. 230 с.
19. Бурханова Э. А., Федина А. Б., Хохлова В. А., Самохвалова Н. И.,
Порфирова С. А, Данилова Я. В., Левин А. В., Кулаева О. Н. Действие раз-
личных стрессов на синтез белков и ультраструктуру клеток кор-ней про-
ростков тыквы // Физиология растений. 1988. Т. 35, № 4 С. 762—772.
20. Вартапетян Б. Б. Анаэробизм и структурно-функциональные пе-
рестройки растительной клетки. М.: Наука, 1955. С. 175—198.
21. Введенский И. Е. О соотношениях между раздражением и воз-
буждением при тетанусе. СПб 1986. 348 с.
22. Введенский Н. Е. О раздражителях и ядрах (1902) // Полн. собр.
соч. Л.: ЛГУ, 1953. Т. 4 С. 149—151.
23. Введенский Н. Е. Возбуждение, торможение и наркоз // Полн.
собр. соч. Л.: ЛГУ, 1953 Т. 4. С. 7—146.
24. Введение в математическое моделирование транспортных по-
токов /А. В. Гасников и др. М.: МЦНМО, 2013. 427 с.
25. Вельможин А. В. и др. Грузовые автомобильные перевозки
[Текст]. М.: Горячая линия-Телеком, 2006. 560 с.
26. Витвицкий Е. Е. Теория транспортных процессов и систем (Гру-
зовые автомобильные перевозки). Омск: Изд-во СибАДИ, 2014. 216 с.

27. Веселова Т. В., Веселовский В. А., Власенко В. В., Мацкивский В. И., Пеньков Ф. М., Чернявский Д. С. Вариабельность как тест перехода клетки в состояние стресса в условиях интоксикации // Физиология растений. 1990. Т. 37, № 4. С. 733—738.
28. Влияние обработки импульсным давлением на динамику содержания протеина в зерновках пшеницы при хранении / В.А. Павлова, Е.Э. Нефедьева, В.И. Лысак, С.Л. Белопухов, В.В. Верхотуров // Хлебопродукты. - 2013. - № 12. - С. 55-57.
29. Войников В. К., Корытов М. В., Калачева Е. А. Низкотемпературная индукция синтеза стрессовых белков растений // Физиология растений. 1989. Т. 36, № 1. С. 107—111.
30. Гагарина Л.Г. Разработка и эксплуатация автоматизированных информационных систем: Учебное пособие. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013.
31. Генкель П.А. Физиология жаро- и засухоустойчивости растений. М.: Наука, 1952. 280 с.
32. Гончарук О. В. Экономическая эффективность транспортно-технологических систем. М.: Наука, 1991. 122 с.
33. Гордон Л. Х. Дыхание и водно-солевой обмен растительных тканей. М.: Наука, 1976. 119 с.
34. Горев А. Э. Основы теории транспортных систем. СПб.: изд-во СПбГАСУ, 2010. 214 с.
35. Горланова Т.М., Веселова Л.В. Изоферментный состав пероксидазы корней растений гороха, выращенных из облученных семян // Регуляция ферментативной активности у растений: Межвузовский тематический сборник научных трудов / Под ред. А.А.Анисимова. Горький: Горьковский госуниверситет, 1990. – с.44-45.
36. Горяинов А. Н. Классификация систем транспорта с учетом диагностического подхода. Восточно-Европейский журнал передовых технологий 1/3 (49). Технологический центр (Харьков), 2011, С. 4-10.
37. Гринева Г. М. Регуляция метаболизма у растений при недостатке кислорода. М.: Наука, 1971. 274 с.
38. Даскалюк А. Н., Остапчук А. Н., Лысова И. Н., Юрченко В. М., Костюк А. Н., Мойса И. И. Рост проростков пшеницы и полипептидный состав белков в условиях солевого стресса // Физиология и биохимия культур растений. 1992. Т. 24, № 6. С. 554—560.
39. Деловые коммуникации: Учебник / О.В. Папкина. - М.: Вузовский учебник: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 160 с.: ЭБС Знаниум.

40. Е. В. Бенза. Использование информационных технологий в процессе оптимизации деловых коммуникаций. Вестник образования и развития науки Российской академии естественных наук, 2016, 20(3). Государственный институт экономики, финансов, права и технологий. С. 25-28.
41. Евсеев В.А., Высоцкая Н.В., Кибина И.И. Управление корпоративными отношениями в российских компаниях: практики и модели / Под ред. С.Е. Литовченко. - М.: Ассоциация менеджеров, 2009. - 56 с.
42. Жаркова, Ю.Т. Сравнительный анализ функциональных возможностей систем электронного документооборота//Учет, анализ и аудит: проблемы теории и практики- 2016.- №16 -40с.
43. Жолкевич В. Н. Энергетика дыхания высших растений в условиях водного дефицита. М.' Наука, 1965.
44. Завозкин, С.Ю. Система электронного документооборота/ С.Ю. Завозкин, Е.А. Душин //Инновационные недра Кузбасса. IT-Технологии:сб.ст./сост. К.Е.Афанасьев, Ю.И.Шокин -Кемеровский гос.универ.-Кемерово, 2012.-176с.
45. Информационные системы и технологии в экономике: учеб. пособие / Н. С. Косиненко, И. Г. Фризен - М. : Дашков и К, 2015. - 304 с.
46. Информационные технологии в туристической индустрии и сервисной деятельности (учебное пособие). 2-ое издание. Учебное пособие Издательство Государственного института экономики, финансов, права и технологий, г. Гатчина. 2018 г. Антошков А. В., Бенза Е. В., Бенза С.М., Драбенко В. А.
47. Информационные технологии в управлении персоналом : учебник и практикум для прикладного бакалавриата / Ю. Д. Романова [и др.] ; Рос. экономический ун-т им Г. В. Плеханова. - М.: Юрайт, 2014. - 291 с.
48. Исследование возможностей применения предпосевной обработки семян огурца импульсным давлением для повышения урожайности растений / В.И. Лысак, Е.Э. Нефедьева, М.Н. Белицкая, В.В. Карпунин // Аграрный вестник Урала. - 2009. - № 4. - С. 70-74.228 с.
49. Камерон К. Диагностика и изменение организационной культуры/ К. Камерон, Куинн Р.; пер. с англ. под ред. И.В. Андреевой. - СПб.: Питер, 2011.-320 с.
50. Капитонов Э. А., Зинченко Г. П., Капитонов А. Э. Корпоративная культура: теория и практика. М.: Альфа-Пресс, 2005. 352 с.
51. Каплан И. Б., Малышенко С. И., Федина А. Б., Тальянский М. Э., Карпейский М. Я., Огарков В. И., Ата-беков И. Г. Влияние интерферона

человека и (Т—5')олигоаденилатов на синтез белка в тканях растений//ДАН СССР. 1957. Т. 297, № 4. С. 1018—1021.

52. Кленина, В.И. Основные концепции безбумажной технологии управления /В.И.Кленина, Е.Н.Софинская//Человеческий капитал- 2012.- №7-85-91 с.

53. Кондрашова М. Н. Регуляция янтарной кислотой энергетического состояния и функционального состояния ткани: Автореф. докт. дис. Пущине, 1977. 59 с.

54. Кондрашова М. Н., Григоренко Е. В. Проявление стресса на уровне митохондрий, их стимуляция гормонами и регуляция гидроаэроионами // Журн. общ. биол. 1985. Т. 46, № 4. С. 516—526.

55. Косаковская И. В. Белки растений при стрессах // физиология и биохимия культ, растений. 1988. Т. 20, № 2. С. 107—117.

56. Косаковская И. В., Майдебуря Е. В. Накопление абсцизовой кислоты в корнях и листьях сортов озимой пшеницы в ответ на водный стресс // Регуляторы роста и развития растений: Матер. II Всесоюз. конф. по регуляторам роста и развития растений. Киев, 1989. С. 240.

57. Круглова О.В. К 84 Информационные технологии в управлении: учебное пособие. - Дзержинск: изд-во «Конкорд», 2016. – 134 с.

58. Кузнецов В. В., Рощупкин Б. В., Хыдыров Б. Т., Борисова Н. Н. Взаимодействие исходной и адаптивной устойчивости растений при засолении // ДАН СССР. 1990. Т. 34, № 2. С. 509—512.

59. Кулаева О.Н., Микулович Т. П., Хохлова В. А. Стрессовые белки растений // Современные проблемы биохимии. М.: Наука, 1997. С. 174—185.

60. Кулинский В. И., Ольховской И. А. Две адаптационные стратегии в неблагоприятных условиях — резистентная и толерантная. Роль гормонов и рецепторов // Успехи соврем, биол. 1992. Т. 112, № 5—6. С. 697—714.

61. Логистика автомобильного транспорта / В. С. Лукинский, В. И. Бережной, Е. В. Бережная и др. М.: Финансы и статистика, 2004. 368 с.

62. Максимов Н. Л. Внутренние факторы устойчивости растений к морозу и засухе // Тр. прикл. ботан. ге-нет. селекции. 1929. Т. 22, № 1. С. 3—41.

63. Меерсон Ф.З. Физиология адаптационных процессов. – М.: Наука, 1986. – 639 с.

64. Мелехов Е. И., Анев В. Н. Обратимый выход К⁺ из клетки как защитная реакция на неблагоприятные воздействия//Журн. общ. биол. 1997. Т. 52, № 1. С. 14—26.

65. Мелехов Е. И. Принцип регуляции скорости повреждения клетки и реакция защитного торможения ме-таболизма//Журн. общ. биол. 1985. Т. 46, № 2. С. 174—189.
66. Мерзляк М. В. Активированный кислород и окислительные процессы в мембранах растительной клетки // Итоги науки и техники. «Физиология растений». Т. 6. М.: ВИНТИ, 1989. 167 с.
67. Миротин Л. Б., Николин В. И., Ташбаев Ы. Э. Транспортная логистика. М.-Омск, 1994. 236 с.
68. Насонов Д. Н., Александров В. Я. Реакция живого вещества на внешние воздействия. М.-Л.: 1940. 156 с.
69. Нефедьева Е.Э., Хрянин В.Н. Особенности стрессовой реакции растений гречихи на ударно-волновое воздействие // Доклады академии наук. 1999. № 2. С.286-288.
70. Николин В. И., Витвицкий Е. Е., Мочалин С. М. Грузовые автомобильные перевозки. Омск: Изд-во "Вариант-Сибирь", 2004. 480 с.
71. Обручева, Н.В. Уровень оводненности как пусковой фактор мобилизации крахмала и белка при прорастании семян гороха / Н. В. Обручева, Л. С. Ковадло, А. А. Прокофьев // Физиология растений. – 1988. – Т.35. – Вып.2. – С.322-328.
72. Обручева Н.В., Антипова О.В., Иванова И.М. Запуск роста осевых органов и его подготовка при прорастании семян, находящихся в вынужденном покое. I. Накопление осмотически активных веществ в осевых органах семян кормовых бобов // Физиология растений. Т.40. N 5. С.742-748.
73. Опритов В. А., Пятыгин С. С., Ретивин В. Г. Биоэлектрогенез у высших растений. М.: Наука, 1997. 214 с.
74. Павлова, М.Ю. О системах электронного документооборота/М.Ю.Павлова, Н.Р.Лелеко, О.С.Кудрина// Вестник Воронежского института высоких технологий- 2013.-№10- 84 с.
75. Пат. 2377753 РФ. Способ предпосевной обработки семян гречихи / В.И. Лысак, С.В. Кузьмин, Е.Э. Нефедьева; ГОУ ВПО ВолгГТУ. - 2010.
76. Пат. RU 2083073 С1 6А01 С 1/00 А01 G 7/04 Способ предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур / Э.С. Атрощенко, В.Н. Хрянин, Е.Э. Атрощенко, А.Д. Теплов, А.Е. Розен, А.Н. Ионова // Б.И. – 1997. – № 19.
77. П.м. RUS 175463. Устройство для обработки семян, подлежащих хранению / Нефедьева Е.Э., Голован-чиков А.Б., Павлова В.А., Лысак В.И., Кузьмин С.В., Балашов В.А. ВолгГТУ. - 2017

78. Пахомова В. М. Состояние физиологической депрессии клеток отсеченных корней: нарушение или адаптация? // Изв. РАН. Сер. биол. 1992а. № 6. С. 888—897.
79. Пахомова В. М., Пахомов Д. В. Неспецифический адаптационный синдром отсеченных корней//Успехи соврем. биол. 1992. Т. 112, № 3. С. 398—409.
80. Пахомова В. М. Некоторые закономерности функционирования клеток в условиях голодания (на примере изолированных корней) //Журн. общ. биол. 1991. Т. 56, № 1. С. 17—29.
81. Пахомова В. М. О роли исходного физиологического состояния клеток отсеченных корней пшеницы и ответной реакции на альтертирующее воздействие // Биол. науки. 1992. № 7. С. 104— 110.
82. Пахомова В. М. О новом стационарном уровне функционирования клеток отсеченных корней пшеницы при многочасовой адаптации // Регуляция ферментативной активности и биоэлектrogenез у растений. Нижний Новгород: Нижегород. ун-т, 1992. С. 25—29.
83. Пахомова В. М., Пахомов Д. В. Энергетическое состояние клеток отсеченных корней пшеницы // физиология и биохимия культ, растений. 1992. Т. 24, № 6. С. 550—553
84. Пихтовников Р. В., Завьялова В. И. Штамповка листового материала взрывом. – М.: Машиностроение, 1964. – 176 с.
85. Полевой В. В. Физиология растений. Л.: Высш. шк., 1989. 464 с.
86. Полевой В.В., Саламатова Т.С. Физиология роста и развития растений. Л.: Изд-во ЛГУ, 1991.
87. Полевой, В.В. Физиология целостности растительного организма / В. В. Полевой // Физиология растений. – 2001. – Т.48, №4. – С.631-643.
88. Пылыгалова О. О., Гордон Л. Х., Булгакова И. Б., Алексеева В. Я. О неоднозначности эффектов 2,4-ДНФ на уровне целой растительной ткани // Физиология и биохимия культ. растений. 1997. Т. 23, № 4. С. 343-347.
89. Поляков А. С., Кефели В. И. Фитогормоны, адаптация и регенерационные процессы у растений //Регуляция адаптационных реакций с.-х. растений. Кишинев, 1957. С. 19—29.
90. Попков Ю. С. Теория макросистем: Равновесные модели. М.: Эдиториал УРСС, 1999. 320 с.
91. Предварительная обработка семян ударным давлением / А.С. Мурадян, Н.В. Бабенко, Е.Э. Нефедьева, А.Б. Голованчиков // Городу Камышину - творческую молодёжь: матер. IV регион. науч.-практ. студенческой

конф., г. Камышин, 14-16 апр. 2010 г. В 7 т. Т. 5 / КТИ (филиал) ВолгГТУ. - Волгоград, 2010. - С. 52-55

92. Прокофьева Т. А., Лопаткин О. М. Логистика транспортно-распределительных систем: Региональный аспект. М.: РКонсульт, 2003. 400 с.

93. Рахмангулов А. Н., Трофимов С. В., Корнилов С. Н. Управление транспортными системами. Теоретические основы [Текст]. Магнитогорск: МГТУ им. Г. И. Носова, 2001. 191 с.

94. Репин В.В. Бизнес-процессы: Моделирование, внедрение, управление : учебник / В. В. Репин. - 2-е изд. - М. : Манн, Иванов и Фербер, 2014. - 512 с.

95. Рощина В. В. Нейротрансмиттеры — катехоламины и серотонин в растениях // Успехи соврем. биол. 1997. Т. III, № 4. С. 662—636.

96. Савич И. М. Пероксидазы — стрессовые белки растений // Успехи соврем, биол. 1959. Т. 107, № 3. С. 406—417.

97. Саундерс Б.К. Пероксидазы и каталазы // Неорганическая биохимия. М.: Мир, 1978.

98. Селье Г. Очерки об адаптационном синдроме. М.: Медицина, 1960. 254 с.

99. Селье Г. На уровне целого организма. М.: Наука, 1972. 122 с.

100. Селье Г. Стресс без дистресса. М.: Прогресс, 1979. 125 с.

101. Семихатова О. А. Энергетика дыхания растений в норме и при экологическом стрессе. Л.: Наука, 1990. 73 с.

102. Сергеев Л. И. Выносливость растений. М.: Сов. наука, 1953. 283 с.

103. Сивальнева Т. Корпоративная культура в системе категорий экономической науки.// Управление персоналом. - 2007. - № 18 (172). - С. 53

104. Сказкин Ф. Д. Критический период у растений к недостаточному водоснабжению. М.: Изд-во АН СССР, 1967. 52 с.

105. Смехов А. А. Введение в логистику. М.: Транспорт, 1993. 112 с.

106. Соболев Р. К. Стрессовые белки растений. Новосибирск, Наука, 1959. 143 с.

107. Способы и устройства для предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур импульсным давлением / Е.Э. Нефедьева, А.Б. Голованчиков, Е.Н. Дрямов, А.С. Мурадян // Новые направления в решении проблем АПК на основе современных ресурсосберегающих, инновационных технологий: матер. меж-дунар. науч.-пр. конф., посвящ. 65-летию Победы в Великой Отечественной войне (Волгоград, 26-28 янв. 2010 г.) / ФГОУ

ВПО "Волгогр. гос. с.-х. академия" [и др.]. - Волгоград, 2010. - Т. 2. - С. 178-181.

108. Сыч Е. Н. Транспортно-производственные системы: развитие и функционирование. Киев: Наукова думка, 1986. 168 с.

109. Тарчевский И. А. Регуляторная роль деградации биополимеров и липидов // Физиология растений. 1992. Т. 39, № 6. С. 1215—1223.

110. Тарчевский И.А. Сигнальные системы клеток. – М.: Наука, 2002. – 294 с.

111. Тарчевский И.А. Метаболизм растений при стрессе (избранные труды). – Казань: Фэн, 2001. – 448 с.

112. Тарчевский И. А., Безуглов В. К, Заботин А. И., Петров В. Е. Реактивность фотосинтетического аппарата. Казань: Казанск. ун-т, 1975. 101 с.

113. Тарчевский И.А. Катаболизм и стресс у растений. 52-е Тимирязевские чтения. М.: Наука, 1993. 80 с.

114. Тарчевский И. А. Фотосинтез и засуха. Казань: Казан. ун-т, 1964. 350 с.

115. Удовенко Г. В. Физиологические механизмы адаптации растений к различным экстремальным УСЛОВИ-ЯМ // Тр. прикл. ботан. генет. селекции. 1979. Т. 64, № 3. С. 5—20.

116. Управление архитектурой предприятия: Учебное пособие. Пакет мультимедийных приложений/Кондратьев В. В. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 358 с.

117. Урманцев Ю. Л., Пронина Н. Д. Проблема устойчивости растений в трудах П. А. Генкеля // Физиология растений. 1986. Т. 33, № 5. С. 793—801.

118. Урманцев Ю. А., Гудсков П. Л. Проблема специфичности и неспецифичности ответных реакций растений на повреждающее воздействие // Журн. общ. биол. 1956. Т. 48, № 3. С. 337—349.

119. Ухтомский А. А. Об изменениях раздражительности мышц под влиянием утомления // Тр. IX Пироговского съезда. 1904. Т. 1. С. 93—108

120. Хан А.А. Физиология и биохимия покоя и прорастания семян. М.: Колос, 1982. 495 с.

121. Хохлова Л. П. Роль структурно-функционального состояния митохондрий при адаптации растений к низкой температуре. Казань: Изд-во Казанск. ун-та, 1976. 166 с.

122. Хочачка П., Сомеро Дж. Биохимическая адаптация. М.: Мир, 1988. 568 с.

123. Черных, Ю.А Системы автоматизации документооборота: конспект лекций- Рыбинская Государственная Авиационная Технологическая Академия имени П.А. Соловьева, 2015.-13с.
124. Чиркова, Т.В. Клеточные мембраны и устойчивость растений к стрессовому воздействию / Т. В. Чиркова // Соросовский образовательный журнал. – 1997. – № 9. – С.12-17.
125. Шлапак О. А. Методы оптимизации коммуникационной среды предприятия: 59 Российский Академический Журнал № 4 том 22 декабрь 2012, 90 с.
126. Шмидт В.М. Математические методы в ботанике. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. – 288 с.
127. Эйдус Л. Х. Роль мембраны в реакции клеток на внешние воздействия // Биофизика живой клетки. Пуцци-но, 1974. С. 96—108.
128. Электронный документооборот и обеспечение безопасности стандартными средствами Windows: учебное пособие [Электронный ресурс - znanium]/ Л.М. Евдокимова, В.В. Корябкин, А.Н. Пылькин, О.Г. Швечкова. – М. : КУРС, 2017. – 296 с.
129. Якимов М. Р. Концепция транспортного планирования и организации движения в крупных городах: монография. Пермь: Пермский государственный технический университет, 2011. 175 с.
130. G. Hofstede, Culture's Consequences, Comparing Values, Behaviors, Institutions, and Organizations Across Nations. Thousand Oaks CA: Sage Publications, 2001
131. Levitt J. Responses of plants to environmental stresses. Chilling, freezing and high temperature stresses. New York: Acad. Press, 1950. Vol. 1. 497 p.
132. Kotter J.P. What leaders really do. A harvard business review book.1999. S.184
133. Oden X.W. Managing Corporate Culture, Innovation and Intrapreneurship. Westport, Conn.: Quorum Books. 1997.
134. Opencart для создания интернет-магазина - <https://www.opencart.ru/>
135. The site of company Geodis Wilson/ <http://www.geodiswilson.com> (дата обращения 21 ноября 2018 г.).
136. https://ru.wikipedia.org/wiki/Транспортная_система

Сведения об авторах

Агуреев Игорь Евгеньевич

д.т.н., заведующий кафедрой АиАХ.
ФГБОУ ВО «Тульский государственный
университет»

Белицкая М.Н.

доктор биологических наук, профессор.
Федеральный научный центр агроэкологии,
комплексных мелиораций и защитного ле-
соразведения РАН, Волгоград, Россия

Бенза Елена Владимировна

доцент кафедры информационных техноло-
гий, безопасности и права, к.т.н. Автоном-
ное образовательное учреждение высшего
профессионального образования Ленин-
градской области «Государственный инсти-
тут экономики, финансов, права и
технологий» (ГИЭФПТ)

Бенза Сергей Маркович

преподаватель кафедры информационных
технологий, безопасности и права, Авто-
номное образовательное учреждение выс-
шего профессионального образования Ле-
нинградской области «Государственный ин-
ститут экономики, финансов, права и тех-
нологий» (ГИЭФПТ). Системный админи-
стратор АО «Лентехностром»

Грибуст И.Р.

кандидат сельскохозяйственных наук. Фе-
деральный научный центр агроэкологии,
комплексных мелиораций и защитного ле-
соразведения РАН, Волгоград, Россия

Драбенко Вадим Анатольевич

зав. кафедрой информационных технологий, безопасности и права, д.т.н., профессор. Автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования Ленинградской области «Государственный институт экономики, финансов, права и технологий» (ГИЭФПТ)

Драбенко Дмитрий Вадимович

научный сотрудник ФГБУ «АНИИ», магистр прикладной гидрометеорологии. Автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования Ленинградской области «Государственный институт экономики, финансов, права и технологий» (ГИЭФПТ)

Лысак В.И.

академик РАН, доктор технических наук, профессор. Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, Россия

Нефедьева Е.Э.

доктор биологических наук, доцент. Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, Россия

Электронное научное издание
сетевого распространения

Техника, технологии, ресурсы: приоритетные
направления развития и практические
разработки

монография

По вопросам и замечаниям к изданию, а также предложениям к
сотрудничеству обращаться по электронной почте mail@scipro.ru

Подготовлено с авторских оригиналов



ISBN 978-5-907072-58-9



Усл. печ. л. 5,2.

Объем издания 7,5 МВ

Оформление электронного издания: НОО
Профессиональная наука, mail@scipro.ru

Дата размещения: 25.12.2018 г.

URL: <http://scipro.ru/conf/monographengineering.pdf>.